

СОДЕРЖАНИЕ

Том 87, номер 6, 2017

С кафедры Президиума РАН

В.А. Соловьёв, А.В. Марков, И.В. Сорокин, В.Е. Любинский

Научно-прикладные исследования на Международной космической станции и новые технологии управления полётом 495

Из рабочей тетради исследователя

А.И. Кравченко

Язык науки в культурном бытовании 505

В.С. Мартыанов

Противодействие коррупции в ситуации новой российской сословности 511

Точка зрения

А.В. Подлазов

Теория глобального демографического процесса 520

В.К. Левашов, В.К. Сарьян

Гражданское общество в сетях информационно-коммуникационных технологий 532

Дискуссионная трибуна

С.Л. Шварцев

Есть ли будущее у аддитивных технологий? 538

Проблемы экологии

А.С. Керженцев

Породообразующая роль биоты 548

Времена и нравы: мемуары, письма, дневники

В.С. Соболев

Становление: Н.Д. Кондратьев и его учителя. К 125-летию со дня рождения выдающегося экономиста 555

Этюды об учёных

Н.В. Вдовиченко

Путь к новой рациональности. К 100-летию со дня рождения иностранного члена АН СССР/ РАН И.Р. Пригожина 560

Письма в редакцию

Л.А. Грибов

Легко ли “убрать последствия”? 569

Официальный отдел

Президиум РАН решил. – Юбилеи. – Награды и премии

Большая золотая медаль Российской академии наук имени М.В. Ломоносова 2016 года 572

Присуждение медалей Российской академии наук с премиями молодым учёным России и студентам высших учебных заведений России по итогам конкурса 2016 года 581

О конкурсе на соискание золотой медали имени Е.М. Примакова, проводимом Российской академией наук в 2017 году 584

CONTENTS

Vol. 87, No. 6, 2017

Simultaneous English language translation of the journal is available from Pleiades Publishing, Ltd.
Distributed worldwide by Springer. *Herald of the Russian Academy of Sciences* ISSN 1019-3316

On the Rostrum of the RAS Presidium

V. A. Solovyov, A. V. Markov, I. V. Sorokin, V. E. Lyubinsky

Applied Scientific Researches at the International Space Station and New Technologies
of the Flight Control

From the Researcher's Notebook

A. I. Kravchenko

The Language of Science in the Cultural Existence

V. S. Martyanov

Anti-Corruption Contraction in the Circumstances of New Russian Class Division

Point of View

A. V. Podlazov

Theory of Global Demographical Process

V. K. Levashov, V. K. Saryan

Civil Society in the Network of Information and Communication Technologies

Discussion Forum

S. L. Shvartsev

Is there a Future for Additive Technologies?

Problems of Ecology

A. S. Kerzhentsev

Rock-Forming Role of Biota

Times and Mores: Memoirs, Letters, Diaries

V. S. Sobolev

Becoming: N. D. Kondratyev and his Teachers. *To the 125th Anniversary of the Birth
of Outstanding Economist*

Profiles

N. V. Vdovichenko

The Way to a New Rationality. *The 100th Anniversary of the Birth of a Foreign Member of the USSR Academy
of Sciences I. R. Prigogine*

Letters to the Editorial Board

L. A. Gribov

Is it Easy to “Remove the Implications”?

Official Section

Decisions of the RAS Presidium. — Anniversaries. — Awards and Prizes

The Large Gold Lomonosov Medal of the Russian Academy of Sciences 2016

About the Competition for the Gold Medal Named after Yevgeny Primakov 2017
of the Russian Academy of Sciences

About the Award of Medals of the Russian Academy of Sciences with prizes for young
Russian scientists and for students of higher educational institutions of Russia 2016

С КАФЕДРЫ
ПРЕЗИДИУМА РАН

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
НА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ
И НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЁТОМ

© 2017 г. В.А. Соловьёв, А.В. Марков, И.В. Сорокин, В.Е. Любинский

Ракетно-космическая корпорация “Энергия” им. С.П. Королёва, г. Королёв Московской области, Россия
e-mail: vladimir.soloviev@rsce.ru; alexander.v.markov@rsce.ru; igor.v.sorokin@rsce.ru; valery.lubinsky@rsce.ru

Поступила в редакцию 28.11.2016 г.

Авторами рассмотрены некоторые значимые научные и прикладные результаты, полученные на модулях российского сегмента Международной космической станции (РС МКС), новые технологии управления полётом. Освещаются планы строительства и дооснащения РС МКС новыми модулями в следующем десятилетии. Статья подготовлена на основе научного сообщения члена-корреспондента РАН В.А. Соловьёва, заслушанного на одном из заседаний Президиума РАН.

Ключевые слова: пилотируемые полёты в космос, орбитальные станции, Международная космическая станция, управление полётом, научно-прикладные исследования, космическая техника и технологии.

DOI: 10.1234/S1234567817060015

В основе парадигмы развития современной российской пилотируемой космонавтики лежит принцип, сформулированный в начале 1960-х годов С.П. Королёвым: “Одной из самых главных задач является осуществление полёта человека в космос с исследовательскими целями. Как бы ни были совершенны приборы и аппаратура на автоматических станциях, всё же ничто не может заменить разум пытливого исследователя...” [1, с. 425]. Воплощение этого принципа в жизнь было начато полётом Ю.А. Гагарина.

История пилотируемых полётов. Может ли человек жить и эффективно работать на борту космического корабля? Утвердительный ответ на этот важнейший для судеб пилотируемой космонавтики вопрос был получен 12 апреля 1961 г. Последовавшие за стартом корабля “Восток” непродолжительные (до пяти суток) пилотируемые полёты

продемонстрировали, что участие человека в решении стоящих перед ними задач существенно повышает их эффективность. Они фактически стали прологом широкомасштабного выполнения программ научно-прикладных исследований (НПИ) на пилотируемых орбитальных станциях.

Историко-технический анализ, проведённый на базе данных о полётах всех известных космических кораблей и станций [2], даёт возможность выделить три основных периода освоения человеком околоземного космического пространства, каждый из которых можно охарактеризовать определёнными показателями эффективности.

1. Накопление знаний, создание технологий пилотируемого полёта — одиночные и групповые полёты пилотируемых космических кораблей в 1961–1970 гг.

2. Проведение поисковых (экспериментальных) исследований в различных областях науки, формирование направлений целевого использования технологий пилотируемого полёта и их совершенствование — запуск одномодульных орбитальных станций серии “Салют” в 1971–1985 гг.

3. Переход к практическому использованию (промышленному освоению) космоса — строительство и эксплуатация многомодульных долговременных

СОЛОВЬЁВ Владимир Алексеевич — член-корреспондент РАН, первый заместитель генерального конструктора РКК “Энергия”. МАРКОВ Александр Викторович — руководитель Научно-технического центра РКК “Энергия”. СОРОКИН Игорь Викторович — доктор технических наук, заместитель руководителя Научно-технического центра РКК “Энергия”. ЛЮБИНСКИЙ Валерий Евгеньевич — доктор технических наук, главный научный сотрудник РКК “Энергия”.

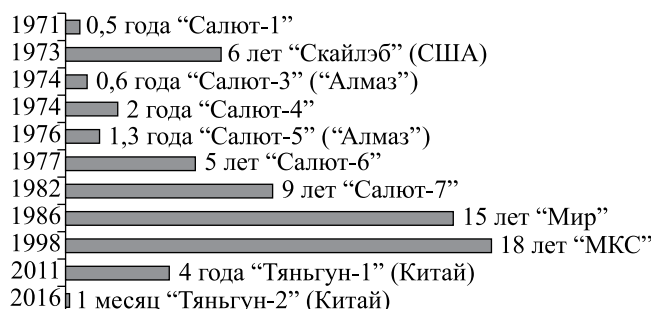


Рис. 1. Космические станции на околоземной орбите

орбитальных станций “Мир” и МКС, начиная с 1986 г. по настоящее время.

Пилотируемая орбитальная станция представляет собой находящуюся на околоземной орбите лабораторию, оснащённую наиболее современной научной аппаратурой, управляемую и обслуживаемую с Земли и силами её экипажа. При выполнении научных исследований принимаются во внимание высота полёта над поверхностью планеты, невесомость, вакуум, магнитные и электрические поля, космические лучи, солнечное излучение, воздействие радиации и другие специфические физические факторы космического пространства. Благодаря техническим возможностям станции обеспечивается передача получаемой информации и возвращение материалов исследований на Землю.

О важности постройки орбитальной станции на околоземной орбите говорил ещё С.П. Королёв: “Создание тяжёлой орбитальной станции есть необходимый этап для длительных полётов в космическом пространстве, так как здесь будут отрабатываться у Земли (то есть легко доступны с Земли) люди и вся техника. Это важный методический шаг, без которого не пройти...” [1, с. 451].

Современные орбитальные станции [3] строятся по модульному принципу, то есть состоят из космических аппаратов (блоков, модулей, кораблей), выводимых на орбиту по отдельности и последовательно стыкуемых друг с другом. С помощью транспортных кораблей осуществляется доставка экипажей, служебных грузов и научной аппаратуры и возвращение на Землю экипажей и полученных материалов исследований. Отечественный беспилотный транспортный корабль “Прогресс” после выполнения основной задачи может совершать автономный полёт, что позволяет проводить некоторые эксперименты в автоматическом режиме.

Приведённые на рисунке 1 данные показывают, что процесс создания и эксплуатации пилотируемых станций новых поколений шёл поступательно и с нарастающей динамикой. Практически по всем показателям каждая последующая станция

обладала улучшенными характеристиками по сравнению с предшествующей.

Первый значимый опыт научных исследований на орбите был приобретён на станциях серии “Салют” с 1971 по 1986 г. Впервые были проведены сотни космических экспериментов в области астрофизики, геофизики, медицины и материаловедения. Удалось решить задачу материально-технического обеспечения полёта, доставки и смены экипажей, что позволило довести срок активного функционирования космических аппаратов этого класса до 5–7 лет. Научная программа “Салют” была завершена в 1986 г. после запуска базового блока орбитального комплекса “Мир”, хотя последняя станция из этой серии “Салют-7” сошла с орбиты в 1991 г.

Базовый блок орбитальной станции “Мир” по своим техническим характеристикам существенно превосходил созданные до него. К середине 1996 г. после запуска и стыковки со станцией “Мир” модуля “Природа” сформировался её окончательный облик как научно-исследовательского комплекса, оснащённого уникальной аппаратурой. В состав станции вошли 7 модулей, в которых за время эксплуатации была размещена научная аппаратура более 240 наименований общей массой 11,5 т, произведённая в 27 странах. За 15 лет полёта реализовано 55 научных программ, в том числе 28 российских, в ходе основных экспедиций и 27 в рамках международного сотрудничества.

Благодаря многомодульному комплексу “Мир” существенно расширились возможности исследований в различных областях науки и техники. Практически все их направления, по которым мировое научное сообщество уже осуществляет или намечает эксперименты на борту МКС, были сформированы в ходе исследований на станции “Мир”.

Управление полётом пилотируемых космических аппаратов научно-исследовательского назначения. Процесс эксплуатации исследовательского пилотируемого космического аппарата (КА) включает в себя две основные составляющие: целевую, предполагающую реализацию программы научно-прикладных исследований (НПИ), и так называемую служебную, решающую следующие задачи:

- обеспечение условий, необходимых для выполнения космических экспериментов, входящих в НПИ, например, высоты полёта, требуемой освещённости орбиты и подспутниковых районов, нужной ориентации КА в пространстве, минимально возможных осевых и вращательных ускорений (микрогравитации), возможностей передачи результатов исследований на Землю;
- поддержание КА в работоспособном состоянии и обеспечение безопасности его экипажа.

Усложнение процесса управления полётом пилотируемых космических аппаратов (ПКА)

ПКА	Количество операций	Количество управляющих воздействий	Количество ТМ-параметров	Особенности управления полётом
“Восток”, 1961	5	48	400	Сеансное управление одиночным объектом
“Союз”, 1966	30	256	1000	Управление разовыми и числовыми командами. С 1979 г. цифровой и аналоговые контуры управления
“Мир”, 1986	500	4096, 500 тыс. слов	14 000	Программное управление различными объектами
МКС, 1998	5000	> 8000, 500 тыс. слов	30 000	Многоуровневые программы управления. Распределённое управление из ЦУП-Х и ЦУП-М
МКС, 2016	120 000	> 12 000, 2000 тыс. слов	90 000	Централизованное управление научной аппаратурой посредством терминального компьютера “ТВМ-Наука” в составе СМ
МКС, 2018	130 000	> 12 000, 2500 тыс. слов	120 000	Интеграция нового многоцелевого лабораторного модуля МЛМ в состав РС МКС, расширение состава компьютеров “ТВМ-Наука” в МЛМ

В ходе эксплуатации КА непрерывно осуществляется управление его полётом, в котором участвуют человеко-машинный наземный комплекс управления (НКУ, или, как его часто называют, “Земля”), экипаж и бортовой комплекс средств автоматического управления. В задачи этого процесса входит оптимальное планирование полёта, реализация разработанного плана, контролирование служебных систем и научной аппаратуры КА, выработка решений при возникновении аномальных ситуаций.

Основную нагрузку в процессе управления полётом несёт НКУ. Экипаж принимает в нём участие при выполнении особо ответственных полётных операций и, при необходимости, в ходе ликвидации аномальных ситуаций. В обязанности экипажа входят и работы по обслуживанию КА. Соблюдая медицинские требования к длительности рабочего времени космонавтов (6,5 ч в сутки, с двумя выходными в неделю), на их участие в выполнении научно-прикладных исследований отводится ограниченное время, что приходится учитывать при формировании оптимального (с точки зрения результативности) плана полёта. По мере развития космической техники, неуклонного усложнения космических аппаратов и программ их целевого использования управление полётами чрезвычайно усложняется (см. табл.).

Международная космическая станция – современная научная лаборатория в околоземном пространстве. Несомненный рекорд по продолжительности эксплуатации среди всех пилотируемых КА принадлежит Международной космической станции [4] – она эксплуатируется уже 18 лет. МКС

представляет собой сложное многомодульное техническое сооружение (рис. 2), на базе которого, сменяя друг друга, проводят исследования международные экипажи. Станция состоит из российского и американского сегментов. Чтобы охарактеризовать масштабы МКС, достаточно упомянуть, что её масса превышает 420 т, размеры соответствуют футбольному полю. Сборка комплекса на орбите началась 20 ноября 1998 г., а его полёт планируется завершить не ранее 2024 г. Следует отметить, что сам процесс сборки стал уникальным в истории техники: на орбите производился монтаж многотонных конструкций, разработанных и изготовленных на разных континентах с использованием различных инженерных решений и подходов.

Возможности МКС позволяют учёным всего мира использовать её в следующих областях исследований:

- для изучения длительного воздействия невесомости на организм человека с целью применения полученных знаний как в будущих космических полётах, так и в земной медицинской практике;
- как уникальную экспериментальную лабораторию, где возможно исследование фундаментальных физических, химических и биологических процессов в условиях вакуума и отсутствия гравитационного воздействия;
- для отработки новой аппаратуры и методов наблюдения Земли и космического пространства;



Рис. 2. МКС как сложное многомодульное техническое сооружение

- для получения образцов продукции на орбите, а также накопления знаний с целью совершенствования земных технологий.

Важно отметить роль экипажа в реализации научных программ, особенно с учётом возникновения при их выполнении сложных ситуаций, число которых к настоящему времени насчитывает тысячи. Участие космонавтов в их успешном преодолении продемонстрировало преимущества пилотируемых полётов в сравнении с эксплуатацией автоматических КА:

- человек действует существенно эффективнее автоматики в сложных, в том числе аномальных, ситуациях и трудно предсказуемых условиях;
- благодаря экипажу осуществляются монтаж, ремонт и восстановление работоспособности уникального научного и служебного оборудования;
- человек в космосе выступает в качестве исследователя и испытателя, обеспечивающего гибкость применения методов исследований, проведение их в интерактивном режиме;
- используется возможность уточнения методик проведения экспериментов и привлечения дополнительных средств непосредственно в ходе космического полёта.

Каждая страна, каждое космическое агентство-партнёр программы МКС самостоятельно реализует собственную программу исследований на борту орбитального комплекса, координируя её с другими участниками общей научно-исследовательской работы на орбите. К настоящему времени отработана достаточно эффективная схема формирования программы НПИ, выполняемой на российских

пилотируемых космических аппаратах. На первом её этапе определяются направления, выбираются первоочередные задачи, разрабатывается стратегический план реализации предлагаемого комплекса научных работ. Эту функцию выполняет Совет по космосу РАН. Выбор приоритетов российской программы, её дальнейшая конкретизация и детализация осуществляются координационным научно-техническим Советом (КНТС) Роскосмоса [5]. Совет включает в себя 10 тематических секций, возглавляемых авторитетными в своих областях российскими учёными, экспертную комиссию по использованию результатов космической деятельности и рабочую группу по коммерческим проектам и экспериментам.

Отбор экспериментов в Долгосрочную программу научно-прикладных исследований для российского сегмента Международной космической станции ведётся на конкурсной основе тематическими секциями КНТС Роскосмоса. Каждая заявка рассматривается на заседании специализированной секции КНТС группой экспертов в соответствии со следующими критериями:

- научная ценность ожидаемых результатов и достижимость заявляемых целей исследований;
- возможность внедрения ожидаемых результатов для практического использования на Земле;
- приоритетность заявленного эксперимента среди других подобных исследований;
- наличие финансового обеспечения.

Анализ имеющихся у организаций-участниц конкурса достижений в приоритетных научных исследованиях и экспериментах, а также в создании научных приборов и аппаратуры доверен экспертам. РКК

“Энергия” им. С.П. Королёва как головное предприятие-разработчик российского сегмента МКС анализирует эксперименты, включённые в Долгосрочную программу, с точки зрения соответствия их задач целевому назначению МКС, технической реализуемости с учётом возможностей и ресурсов станции и требований безопасности. При этом определяются технические решения, которые в процессе создания, модернизации или эксплуатации орбитальной станции должны обеспечить условия для проведения экспериментов. Круг их постановщиков включает предприятия космической отрасли, учреждения Российской академии наук, Министерства образования и науки РФ и прочие ведомства. На рисунке 3 даны сведения об организациях, принимавших участие в постановке экспериментов в 2016 г. В целом, если судить по числу такого рода работ, выполняемых на борту МКС, наблюдается устойчивый рост показателей её целевого использования, примерно на 10% в год, как показано на рисунке 4.

Исследования, проводимые в настоящее время на РС МКС, включают шесть основных направлений:

- человек в космосе (55 экспериментов);
- космическая биология и биотехнология (50 экспериментов);
- технологии освоения космического пространства (67 экспериментов);
- исследования Земли и космоса (57 экспериментов);
- физико-химические процессы и материалы в условиях космоса (27 экспериментов);
- образование и популяризация космических исследований (20 экспериментов).

За 16 лет эксплуатации МКС в режиме непрерывного пилотируемого полёта на её борту проведены сотни значимых научных экспериментов, внёсших достойный вклад в пополнение фундаментальных знаний человечества. Результаты выполненных на орбите прикладных исследований используются не только для совершенствования космической техники и технологий, но и внедряются в промышленное производство на Земле. Им посвящены многочисленные публикации в научных изданиях и средствах массовой информации [4, 6]. Приведём кратко некоторые значимые результаты по каждому из шести упомянутых направлений исследований.

Направление “Человек в космосе”. Получены новые знания о функционировании кардио-респираторной системы человека в космосе для выявления донозологических и преморбидных состояний (эксперименты “Кардио-ОДНТ”, “Пульс”, “Дыхание”, “Пневмокард”, “Сонокард”). Впервые в условиях невесомости проведены импедансомет-



Рис. 3. Российские организации – постановщики экспериментов

рические исследования и подтверждена возможность автоматического измерения основных жидкостных объёмов организма космонавта в реальном масштабе времени (эксперименты “Спрут-МБИ”, “Спрут-2”). С помощью тестов, основанных на применении современных измерительных технологий (эксперименты “Виток-2”, “Профилактика”), изучены процессы адаптации и эффективность разных режимов физических упражнений, сохраняющих приспособительные возможности организма в условиях невесомости. Получены оценки надёжности профессиональной деятельности космонавта, проанализировано межличностное взаимодействие экипажа в условиях длительного космического



Рис. 4. Динамика роста числа космических экспериментов на РС МКС

полёта (эксперименты “Пилот”, “Типология”, “Взаимодействие”). Выполнены метаболические, гематологические, биохимические исследования с целью изучения влияния условий космического полёта на различные системы организма человека; впервые проведена оценка количественного состава микрофлоры космонавтов для контроля их микроэкологического и инфекционного статуса (эксперименты “Биотест”, “Гематология”, “Диурез”, “Межклеточное взаимодействие”, “Пародонт”, “Фарма”, “Хроматомасспектр-М”). Накоплены данные по пространственному распределению поглощённой дозы в отсеках РС МКС, на их основе делается краткосрочный прогноз дозовых характеристик в гермоотсеках и на внешней поверхности станции (эксперименты “Брадоз”, “Прогноз”).

Возобновилась программа годовых полётов экипажей на МКС, позволяющая получать с использованием самой современной аппаратуры важные сведения о возможностях человека в длительных космических экспедициях. Исследования проведены учёными Института медико-биологических проблем РАН совместно с НАСА.

Новые знания, полученные при проведении медицинских исследований на орбите, находят конкретные приложения на Земле. Примерами могут служить внедрение методов и средств медицинской диагностики, апробированных в космосе, в практику телемедицины и медицины катастроф; отработка методов восстановительной терапии для больных, страдающих пороками двигательной системы, а также реабилитации больных после длительного постельного режима. Широкое применение в медицинских учреждениях нашли компенсатор опорной нагрузки КОР, миостимулятор “Стимул-01 НЧ”, костюм аксиального нагружения “Регент”, подошвенный имитатор опорных нагрузок “Пион” и другое оборудование. Для контроля и оказания медицинской помощи в клиниках используются медицинский комплекс “Гамма-1М”, анализатор “Рефлотрон-4”, аппаратура “Эхограф”, телемедицинское оборудование ТБК-1, другие приборы. Отметим, что аэромобильные госпитали МЧС России для оказания экстренной помощи были разработаны на основе передвижного комплекса средств спасания и эвакуации экипажей на месте посадки.

Направление “Космическая биология и биотехнология”. За годы эксплуатации МКС на её российском сегменте проведены десятки биологических исследований, в том числе совместных с партнёрами. Этот багаж включает широкий перечень работ, таких как выращивание кристаллов протеинов, клеточная и общая биология, физиология растений, разработка вакцин и многое другое. Вот некоторые примеры.

Сделано научное открытие: доказано, что эволюционно разнесённые криптобиотические и покающиеся стадии живых существ (бактерии, грибы, животные и растения) могут избежать губительного воздействия открытого космоса даже после экспонирования в этих условиях в течение 2 лет и 7 месяцев (эксперимент “Биориск”). В образцах пыли, собранных на внешней поверхности РС МКС, обнаружены жизнеспособные микроорганизмы земного (тропосферного) происхождения – открыта и установлена новая граница биосферы Земли (эксперимент “Тест”). Выделены в космосе и изучены новые высокоактивные штаммы бактерий-продуцентов препарата для биodeградации нефти и нефтепродуктов и средств защиты растений (эксперименты “Биоэкология”, “Антиген”, “Астровакцина”, “АРИЛ”, “Биотре”, “БИФ”, “Женьшень-2”, “ОЧБ”, “Лактолен”). С помощью кристаллизатора “Луч-2” выращены высококачественные кристаллы ряда белков для конструирования нового поколения антимикробных лекарственных препаратов и компонентов вакцин, в том числе против гепатита В и СПИДа (эксперименты “Вакцина-К”, “Гликопротеид”, “Интерлейкин-К”, “КАФ”, “Миметик-К”). Исследованы новые технологические возможности получения в условиях микрогравитации пористой структуры тугоплавких теплоизолирующих материалов с высокой степенью однородности пространственного распределения на основе конвекционно невозмущённого процесса фазовых превращений в растворе полимера (эксперимент “Мембрана”). Проведена оценка характера и динамики новообразования и роста статоконий у улиток под воздействием невесомости, а также структурного и функционального восстановления повреждённых органов и тканей путём изучения регенерации целого организма из его частей у планарий; исследовано влияние невесомости на частоту переноса и мобилизацию плазмид у бактерий (эксперименты “Статокония”, “Регенерация”, “Плазмида”).

Впервые в условиях космического полёта получено четыре последовательных поколения семян генетически маркированной линии гороха. Выяснено, что характеристики роста и развития растений гороха различных линий в течение полного цикла онтогенеза в орбитальной оранжерее “Лада” не изменяются по сравнению с наземным контрольным вариантом; впервые показано, что факторы космического полёта не влияют на генетический аппарат растений в первом-четвёртом “космическом” поколении (эксперимент “Растения-2”).

Направление “Технологии освоения космического пространства”. Обеспечена передача по лазерной линии связи научной информации с борта РС МКС на наземный пункт со скоростью 125 Мбит/с и минимальной ошибкой 2×10^{-8} на бит, тестовой

информации — с рекордной скоростью 622 Мбит/с; обеспечена устойчивая связь как в ночных, так и в дневных условиях, при наличии дымки и разорванной облачности для углов места МКС в зоне видимости с наземного пункта до 10° (эксперимент “СЛС”). По результатам длительных измерений количества ударов микрочастиц в диапазоне размеров от 10 до 100 мкм на орбите МКС и их статистической обработки уточнена модель, описанная в ГОСТ 25645.128–85 “Вещество метеорное. Модель пространственно-временного распределения”, что учитывается при расчётах вероятности непробоя защитных экранов для модулей РС МКС и перспективных изделий (эксперимент “Метеороид”). Выявлена временная динамика загрязнения планшетов с образцами и поверхности модуля СМ вблизи блоков двигателей продуктами неполного сгорания топлива и подтверждена эффективность функционирования газодинамических защитных устройств, предотвращающих загрязнение внешних поверхностей МКС (эксперимент “Кромка”). С помощью съёмной кассеты СКК проведены испытания нового типа терморегулирующих покрытий класса “солнечный отражатель” на основе литиевых жидких стёкол, что позволит выработать рекомендации по выбору материалов и покрытий, работоспособных и стойких в условиях открытого космического пространства на низких околоземных орбитах (эксперимент “Эпсилон-НЭП”). Разработано и испытано программно-математическое обеспечение управления через Интернет роботом-манипулятором на МКС с автоматизированных рабочих мест, расположенных на Земле, и телеуправление с борта РС МКС в условиях микрогравитации напланетными роботами различных типов (эксперименты “Контур” и “Контур-2”). Реализована методика оценки тензора инерции, что позволило значительно сократить затраты топлива на поддержание ориентации МКС. Разработана программа для расчёта вектора девиации магнитной напряжённости, точность контроля ориентации повышена до $1,5\text{--}2^\circ$. По данным юстировки звёздных датчиков и датчиков угловой скорости МКС вычислены и практически используются поправки, характеризующие угловое рассогласование базисов этих приборов (эксперименты “Тензор”, “Искажение”, “Привязка”, “Дальность”).

Выполнены исследования и даны рекомендации по способам усовершенствования бортовой системы связи и уменьшению уровня шумов внутри отсеков РС МКС. Проведена оценка характеристик инфразвуковых полей, эффективности технологий вентиляции и очистки воздуха и экологического контроля проб воды. Накоплены данные по электромагнитной и радиационной обстановке, а также о климатических условиях внутри модуля СМ (эксперименты “Акустика-М”, “Ветерок”,

“Инфразвук-М”, “Токсичность”, “Скорпион”, “Эксперт”). Отработана технология использования виртуальных руководств для визуальной интерпретации работы с оборудованием, с возможностью моделирования и имитации технологических процессов, нештатных ситуаций (эксперимент “ВИРУ”). Подтверждена возможность работы в условиях микрогравитации и вакуума (замыкание контура) капельного холодильника-излучателя (КХИ), что важно для создания перспективных систем отвода тепла (эксперимент “Капля-2”).

Направление “Исследование Земли и космоса”. Проведена оценка прогностических возможностей всплесков высокоэнергичных заряженных частиц в околоземном космическом пространстве в качестве предвестника землетрясений. В результате показано, что $\sim 15\%$ зарегистрированных всплесков частиц могут иметь сейсмическую природу (эксперимент “Всплеск”). Получены новые знания о природе атмосферных грозных разрядов, важные для разработки кинетической теории пробоя на убегающих электронах и понимания других сложных явлений атмосферного электричества (эксперименты “Микроспутник”, “Молния-Гамма”, “Молния-СМ”, “Волны”). Изучено влияние условий космического полёта на плазменную обстановку и выполнен цикл плазменно-волновых измерений вблизи поверхности РС МКС. Проанализированы изменения ионосферных неоднородностей, генерируемых работой двигателей ТГК “Прогресс”, отражательных характеристик грузового корабля и ионосферных неоднородностей, прохождения УКВ сигнала и его искажений (эксперименты “Обстановка”, “Плазма-МКС”, “Импульс” (1 этап), “Плазма-Прогресс”, “Радар-Прогресс”).

Выполнен анализ влияния волновых процессов и антенных свойств искусственных плазменных потоков, взаимодействующих с ионосферой, на телекоммуникационные системы связи (эксперимент “Импульс”). Изучены элементный состав и детальные энергетические спектры ядер группы железа галактических космических лучей и ионов солнечных космических лучей в интервале энергий 30–200 МэВ/нуклон в одной из фаз 11-летнего цикла солнечной активности (эксперимент “Платан”).

Изучены формы, структуры и морфометрические характеристики наблюдаемых из космоса цветоконтрастных образований, связанных с наличием полей фитопланктона в рыбопромысловых районах Мирового океана; построены сотни карт для анализа температуры поверхности океана — недельных, среднемесячных, карт аномалий и тенденций (эксперименты “Сейнер”, “Диатомея”). Изучены пространственные вариации содержания метана и двуокиси углерода в нижней тропосфере с высоким пространственным разрешением (3 км),

что необходимо для моделирования процессов изменения климата на Земле. Получены уникальные спектры солнечного излучения высокого разрешения, измеренные вне земной атмосферы (эксперимент “Русалка”). Отработаны методы и аппаратура (панорамный радиометр РК-21–8) для дистанционного зондирования Земли в перспективном дециметровом диапазоне электромагнитных волн; полученные научные данные используются при создании карты распределения радиояркостных температур с использованием линейной поляризации принимаемого излучения для дистанционного определения влажности почв, биомассы растительности и солёности воды (эксперимент “СВЧ-радиометрия”). Осуществлено формирование баз данных фото- и видеоматериалов по космическому экологическому мониторингу, получение оперативной информации о различных объектах на территории РФ и зарубежных государств в процессе визуальных наблюдений с борта РС МКС (эксперименты “Экон”, “Ураган”).

Направление “Физико-химические процессы и материалы в условиях космоса”. Исследованы процессы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС), установлены механизмы горения и структурообразования в керамических и металлокерамических системах в условиях микрогравитации. Подтверждена возможность применения СВС-технологии при создании новых высокопористых тугоплавких теплоизолирующих материалов для использования в космической технике и при строительстве лунной и планетных баз (эксперимент “СВС”). Проведён цикл исследований физических свойств плазменных кристаллов и жидкостей на установках “ПК-3” и “ПК-3 Плюс” (структура, волны, вихри, фазовые переходы, электрогеологический эффект). Получены новые фундаментальные знания по физике пылевой плазмы с целью их применения в области нанотехнологий (очистка, осаждение, сепарация), производства новых материалов и покрытий, термоядерного синтеза (удаление пылевых частиц из зоны реакции), разработки перспективных лазеров (рабочее тело из аэрозоля радиоактивных частиц). Создан экспериментальный и конструкторско-технологический задел для разработки и создания установки “ПК-4” (эксперимент “Плазменный кристалл”, этапы “ПК-3” и “ПК-3 Плюс”).

Направление “Образование и популяризация космических исследований”. Осуществляется научно-образовательная демонстрация действия в неведомости физических законов (движение эллипсоидного тела, разделение фаз и несмешивающихся жидкостей) и получения в условиях микрогравитации конструктивных элементов сферической формы на основе полимерных композиционных материалов (эксперименты “Физика—Образование”,

“Химия—Образование”), а также демонстрация эффекта памяти формы для заготовок из поропласта различной формы и размеров, уплотнённых на Земле примерно в 10 раз, которые при нагревании до 80°C на борту РС МКС восстанавливали свои исходные размеры и форму, а после охлаждения — зафиксировали их и восстановили заданную жёсткость и прочность (эксперимент “МАТИ-75”). Отработана технология передачи на Землю снимков, полученных с применением цифрового фото- и видеооборудования, с использованием радиоловительской связи. Отработана процедура планирования и координации сеансов по общедоступным каналам связи в интересах образовательных проектов, регистрации изменений конфигурации зоны радиовидимости МКС вдоль трассы полёта, а также определения наличия и характера радиопомех (эксперименты “МАИ-75”, “Тень-Маяк”).

Новые направления в технологии управления полётом в ходе проведения исследований и экспериментов. Российский сегмент МКС существенно сложнее станций предыдущих поколений, а его научная программа по сравнению с предшествующими — более разноплановая и ёмкая по числу направлений и объектов исследований. Это потребовало постановки новых задач и, соответственно, новых организационных и методических решений.

С учётом неуклонного возрастания сложности процесса управления орбитальными станциями и кораблями оказалось необходимо усовершенствовать методологию выполнения программ научно-прикладных исследований, чтобы обеспечить максимальную пропускную способность российского сегмента МКС по выполнению космических экспериментов в условиях существующих технологических, организационных и ресурсных ограничений, определяемых программой полёта.

Необходимо отметить, что развитие информационных технологий открыло широкие возможности внедрения новых методов управления, а также использования автоматизированных систем в решении обширного круга задач моделирования. В настоящее время эта работа проводится РКК “Энергия” в кооперации с самарским Институтом проблем управления сложными системами РАН. Новые технологии управления полётом и экспериментами включают в себя:

- методологию формирования программ научно-прикладных исследований и экспериментов на орбитальных космических станциях, учитывающую интересы научного сообщества;
- принципы эксплуатации орбитальных станций, обеспечивающие эффективное выполнение программ исследований и экспериментов с длительным поддержанием работоспособности бортовых систем станции;

- возможность замены научной аппаратуры на новую непосредственно в условиях космического полёта (принцип сменных полезных нагрузок);
- управление ходом экспериментов при получении с борта космического аппарата объективной информации в реальном масштабе времени в течение всего полёта;
- телеуправление напланетными роботами с орбитального пилотируемого комплекса;
- запуск малых космических аппаратов с пилотируемого корабля на орбите;
- использование навигационных систем GPS, ГЛОНАСС и математических моделей для выполнения космических экспериментов;
- методы планирования и управления экспериментами, дающие возможность наилучшим образом распределить их во времени, снизить требуемые для их проведения затраты энергии и ресурсы бортовых систем, повысить объём и качество научной информации.

Внедрение указанных методов в практику управления полётом орбитальных станций позволило значительно расширить программу научных исследований и экспериментов и повысить ее эффективность [7]. На модулях РС МКС, в сравнении с модулями ОК “Мир”, были применены более совершенные принципы интеграции исследовательской аппаратуры в состав орбитальной станции, в частности, следующие:

- интеграция аппаратуры на модулях станции осуществляется с использованием универсальных рабочих мест (УРМ);
- установка и подключение научной и целевой аппаратуры на УРМ производится непосредственно в ходе полёта;
- УРМ оснащаются стандартными механическими, электрическими, информационными и другими интерфейсами для обеспечения функционирования целевых нагрузок;
- смена целевых нагрузок осуществляется по принципу ротации в соответствии с ходом реализации научной программы или в связи с выходом эксплуатируемой аппаратуры из строя.

Эти принципы были апробированы при решении вопросов интеграции полезных нагрузок на внешней поверхности служебного модуля РС МКС: в 2009–2014 гг. там были созданы и введены в эксплуатацию два УРМ нового поколения.

На многоцелевом лабораторном модуле (МЛМ), ввод которого в состав РС МКС планируется

в ближайшие годы, и последующих модулях метод сменных полезных нагрузок будет применён в полном объёме, что обеспечит более эффективное использование размещённых на нём комплексов научной аппаратуры. УРМ, устанавливаемые на наружной поверхности МЛМ (до 13), организованы с использованием внешних механических интерфейсов, уже отработанных на РС МКС. В герметичном объёме МЛМ организуется 20 внутренних УРМ, которые создаются с использованием пространства за панелями интерьера модуля (места хранения при необходимости могут быть трансформированы в УРМ). Они оснащаются современным целевым оборудованием, таким как высоко- и низкотемпературные инкубаторы для биологических и биотехнологических исследований, универсальная многозонная вакуумная печь для экспериментов в области космического материаловедения, усовершенствованная поворотная платформа, предохраняющая целевые нагрузки от бортовых вибраций при проведении экспериментов.

Усовершенствованные УРМ на внешней поверхности МЛМ в сочетании с робототехническими системами, двухосными поворотными платформами, автоматизированной шлюзовой камерой, а также выдвижными модуль-полками и стойками в гермоотсеках модуля позволят обеспечить установку и эксплуатацию разнообразных активных и пассивных целевых нагрузок для выполнения программы научно-прикладных исследований. Многоцелевой лабораторный модуль (ему дано название “Наука”) станет наиболее оснащённой российской научной лабораторией на МКС.

В последующие годы к российскому сегменту МКС планируется пристыковать также узловой модуль, а затем и научно-энергетический, который существенно расширит возможности станции по проведению новых экспериментов и исследований. Это позволит продолжить отработку типовых решений для российских пилотируемых комплексов на перспективу.

Подытоживая обзор, приведём слова академика М.В. Келдыша, сказанные более полувека назад: “Человечество вступило в новую эпоху овладения сокровенными тайнами природы, скрытыми в глубинах космоса. Новые явления, которые мы встретим на других планетах, будут использованы для улучшения жизни на Земле...” [8, с. 23]. Поколениям, приходящим в пилотируемую космонавтику, предстоит много совершить, чтобы достичь целей, поставленных её основоположниками. А за достигнутыми целями наверняка будут стоять новые, ещё более сложные и амбициозные.

ЛИТЕРАТУРА

1. Творческое наследие академика Сергея Павловича Королёва. Избранные труды и материалы / Под общ. ред. академика М.В. Келдыша. М.: Наука, 1980.
2. Мировая пилотируемая космонавтика. История. Техника. Люди / Под ред. Ю.М. Батурина. М.: Изд-во "РТСофт", 2005.
3. *Sorokin I.V., Markov A.V.* Utilization of Space Stations: 1971–2006 // *AIAA Journal of Spacecraft and Rockets*. 2008. V. 45. № 3. P. 600–607.
4. Ракетно-космическая корпорация "Энергия" имени С.П. Королёва во втором десятилетии XXI века. 2011–2015. М.: РКК "Энергия", 2016.
5. Официальный сайт Координационного научно-технического совета по программам научно-прикладных исследований на пилотируемых космических комплексах. Направления исследований. <http://knts.tsniimash.ru/ru/site/Default.aspx>.
6. *Легостаев В.П., Марков А.В., Сорокин И.В.* Целевое использование российского сегмента МКС: значимые научные результаты и перспективы // *Космическая техника и технологии*. 2013. № 2. С. 3–18.
7. *Соловьёв В.А., Любинский В.Е., Марков А.В., Сорокин И.В.* Обеспечение эффективности выполнения программы научно-прикладных исследований на российском сегменте МКС // *Общероссийский научно-технический журнал "Полёт"*. 2016. № 7. С. 6–19.
8. *Голованов Я.К.* Этюды об учёных. М.: "Молодая гвардия", 1976. http://royallib.com/read/golovanov_yaroslav/etyudi_ob_uchenih.html#450560.

ИЗ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ
ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

ЯЗЫК НАУКИ В КУЛЬТУРНОМ БЫТОВАНИИ

© 2017 г. А.И. Кравченко

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

e-mail: kravchenkoai@mail.ru

Поступила в редакцию 6.11.2016 г.

Формирование языка науки — необходимый этап процесса её теоретизации. Язык представляет собой систему кодов, которая выполняет несколько важных функций — идентификации, коммуникации, спецификации, когнитивную и познавательную функции. На примере профессионального языка нанонауки автор публикуемой статьи показывает, что пополнение этого языка, как и компьютерного жаргона, происходит намного быстрее, чем расширение словарного состава общеупотребительного кодифицированного языка.

Ключевые слова: язык науки, повседневный язык, субкультура, слои наноязыка, наносленг, проблематизация, нанонаука, нанотехнологии, нанолексика.

DOI: 10.7868/S0869587317060020

Когда наука или технология достигают достаточно высокого уровня зрелости, когда на их развитие начинают выделяться значительные финансовые средства, когда создаются многочисленные научные коллективы, институты, фонды, кафедры, журналы, проводятся регулярные научные конференции и семинары, тогда формируется собственная субкультура данной профессиональной области, которая в той или иной мере разделяется всеми представителями сообщества. Одним из главных признаков такой субкультуры выступает язык — научный язык со своей специфической терминологией, отражающей содержание и уровень развития данной области знания и практики.

Язык науки — это система символических инструментов, с помощью которых сообщество учёных совершает открытия, доказывает теории,

подтверждает гипотезы, проводит эмпирические исследования, публикует полученные результаты в профессиональной периодике и общается.

ЯЗЫК НАУКИ И ЯЗЫК ОБЩЕСТВА

Социальная функция научного языка — отделение “своих” от “чужих”, поскольку он непонятен людям, не обладающим знаниями в той или иной области. Научные ассоциации и гильдии используют его как *способ защиты* своих привилегий, а также с целью контроля качества высшего образования, подготовки и переподготовки кадров. Методологическая функция языка науки состоит в спецификации данной отрасли знания путём использования присущих только ей понятий и категорий.

Ещё одна особенность языка науки — его *операционность*, которая предполагает отказ от неточных оценочных суждений. Например, все понятия, используемые в социальных науках, переведены на язык терминов, описывающих серии операций или действий. Такой язык понятен всем работающим в данной области. Скажем, термин “текучесть кадров” операционализируется путём подсчёта числа поступивших и уволившихся в течение года работников предприятия.

Превращённой формой научного языка выступает *канцелярит* — выхолощенная, бюрократизированная форма псевдонаучного языка, наукообразие.



КРАВЧЕНКО Альберт Иванович — доктор социологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник кафедры истории и теории социологии социологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова.

На нём разговаривает та часть научного сообщества, которая не владеет в полной мере правильным литературным языком. Казуистическая терминология демонстрирует не только и не столько уровень квалификации и принадлежности данной науке, сколько выступает ритуальным приёмом, формой маскировки отсутствия крупной, оригинальной мысли.

До середины XX столетия изучение языка науки фокусировалось на обслуживании внутренних проблем самой науки (позитивизм), когда важны чёткость используемых понятий, отлаживание механизма их операционализации, соотношение теоретических понятий и эмпирических референтов. С конца XX в. прослеживается смещение интереса на среду бытования языка науки, то есть на социальные аспекты его функционирования. Пристальное внимание стало уделяться “социальному происхождению” научного языка (из языка повседневности), “социализации” корпоративного средства общения групп специалистов, то есть его распространению в широком социуме, использованию (точному или неточному) в сфере высшего образования, СМИ, Интернете (даже как элемента рекламы), в политике.

Очевидно, что научный язык не существует сам по себе, что “в качестве специального языка конкретных наук обычно используется некоторый фрагмент естественного языка, обогащённый дополнительными знаками и символами” [1, с. 380]. Как отмечал А. Эйнштейн, “вся наука является не чем иным, как усовершенствованием повседневного мышления” [2, с. 200]. Научный сленг включает специальные термины и формулы, но основу его всё равно составляет литературный и обыденный язык. Скажем, физики, да и не только они, для разъяснения своих идей широкой публике используют в качестве метафор обыденные слова, например *кирпич* и *цемент*, что помогает разъяснить суть описываемых явлений и процессов (часто невидимых глазу). В стандартной модели элементарных частиц “кирпичиками” мироздания выступают кварки (в составе адронов и бозонов), а функцию “цемента” выполняют частицы-носители, осуществляющие связь между ними, а именно, калибровочные бозоны.

Сейчас на пике общественного интереса пребывают нанонаука и нанотехнологии. Завышенные ожидания, с одной стороны, и вероятные угрозы — с другой, привносят излишнюю дозу эмоциональности в суждения людей — учёных, инженеров, законодателей, политиков и широкой публики — по этому вопросу. Кто-то пугает население, добиваясь жёсткого гражданского контроля над научными исследованиями. Другие пребывают в эйфории, предвещая грандиозные изменения условий жизни,

освобождение от бедности миллиардов землян. И те и другие используют обыденный язык, двусмысленные слова, нечёткие термины, эмоциональные образы, весьма далёкие от науки. Иными словами, язык сторонников и противников нанотехнологий метафоричен. Но поскольку речь идёт о решении крупных социально-экономических проблем, то значение метафор в науке, в том числе нанонауке, не может не стать предметом изучения социологов.

Научный язык специфичен для каждой дисциплины. Когда вы слышите слова “дифференциал” или “умножение”, то понимаете, что речь идёт о математике. Понятия “электрон” или “закон тяготения” вы безошибочно отнесёте к физике. Это система кодов, благодаря которым специалисты распознают друг друга (функция идентификации), общаются друг с другом (коммуникативная функция), понимают читаемый или слышимый текст (когнитивная функция), отделяют себя от специалистов других наук (функция спецификации), защищаются от дилетантов (оборонительная функция), совершают прорывы в непознанное (познавательная функция).

Новые, только появляющиеся дисциплины зачастую заимствуют терминологию не из обыденного языка или философии, а из других наук. Вот почему их язык недоступен дилетантам, он обладает высшей степенью защиты. Однако поучаствовав в строительстве той или иной научной дисциплины, её язык “социализируется”, распространяется на другие области человеческой деятельности, входит в обыденную жизнь, конечно, в той мере, в какой это необходимо и возможно. Термины, созданные в одних целях и используемые в других, неизбежно становятся тропами — аллегориями, метафорами. Но перенесённые в иную отрасль знания, они насыщаются новым содержанием, конкретизируются и интерпретируются по-своему. Новичок получает “прописку”, становится адресным, что предполагает уточнение. Например, в социологии это достигается путём операционализации терминов и понятий. Так, термин “социальная мобильность” был “переадресован” и приспособлен к нуждам социологии, став метафорой, синонимом подвижности, перемещения, передвижения. Метафорой, заимствованной из обыденного языка, является физический термин “Большой взрыв”, который прижился не только в научной среде, но и в повседневной речи. И неслучайно: он яркий, наглядный, доступный благодаря образности пониманию каждого человека.

Метафоры — это не обременение рационального языка науки чувственными образами и псевдонаучными средствами, а необходимый механизм генерирования новых знаний и развития науки в целом. Это не неизбежное зло, а великое

благо, предоставленное науке обществом, простыми людьми, которые пользуются очень приближенными, но ёмкими понятиями. Заимствование наукой ярких, образных слов из повседневной действительности не снижает её уровня, но делает человеческой.

Степень зрелости науки определяется полнотой и функциональностью используемого ею специального, созданного под себя языка, а в нём — полнотой терминологии. При этом слова из обиходной речи выполняют функцию связующего материала, но не переносчика смысла сказанного или написанного.

Формирование собственного языка — необходимый этап процесса теоретизации науки. Нельзя не согласиться с В.С. Швырёвым в том, что “теоретический язык науки включает как многочисленные специфически научные термины, не имеющие прямого аналога в донаучном языке, так и термины, заимствованные из обиходного языка, но получившие самостоятельный научный смысл” [3, с. 509]. Язык науки не только вырастает из недр или корпуса повседневного языка, но и влияет, когда он достигает высокой зрелости, на формирование общепотребительного языка. Получается своеобразный “эффект бумеранга” в сфере лингвистического бытия науки. Пока её язык формируют специалисты для собственных нужд, он остаётся важнейшим элементом научной субкультуры. Как только к его популяризации прибегают журналисты, по-своему его интерпретируя и отчасти искажая, когда им начинают пользоваться — в его научно-популярной версии — широкие слои непрофессионалов, язык науки становится элементом массовой культуры.

СТРУКТУРА ЯЗЫКА НАНОНАУКИ

Автор провёл контент-анализ русской и англоязычной литературы по нанотехнологиям, выделив ключевые маркеры, обозначающие три слоя современного наноязыка.

Корневой слой — все термины с приставкой “нано”.

Ближайшая периферия (периферия 1) — все термины, не имеющие такой приставки, но по содержанию относящиеся или прямо отражающие данную область, например биотехнологии, нейропсихология, фуллерены и т.п.

Дальняя периферия (периферия 2) — слова, используемые в научно-популярной литературе и журналистике, науковедении, общественном знании, бизнесе, касающиеся нанонауки и нанотехнологий; они могут содержать или не содержать приставку

“нано”, но в любом случае не относятся к научному лексикону.

Первый слой — слой-донор, откуда исходят нанотерминология и “наноидеи”, распространяясь в социуме (например, нанонаука, наночастицы, нанoeлектроника, наноразмерный и т.д.).

Второй слой — слой-реципиент, куда приходят и где обрабатываются эти идеи (например, схемы на молекулярном уровне, фотодетекторы, биомеханика, нейровизуализация, биотехнология, графеновые транзисторы, супрамолекулярные ансамбли). Он соседствует с первым и часто служит для него как бы материнской платой. Скажем, биология (донор) существовала до нанобиологии (реципиент), породила последнюю и является её, так сказать, ближайшим родственником.

Третий слой — слой отражённых наноидей (нанофилософия, нанобщество, нанэтика, нанотехнологический нарратив, трансгуманизм, нанокультура, посткультура и т.д.). Здесь проблематика нанонауки и нанотехнологий преломляется в общественном сознании через культурное взаимодействие научного сообщества с широкой публикой. Сюда входят философские и культурологические репликации научных терминов, эрзац-научный язык и наносленг. Скажем, закрепившиеся за нанонаукой и наномиром метафоры типа “технолюди”, “наноджунгли”, “нанопурга”, “невидимая революция” и др. в таких выражениях, как, например, “small may not be beautiful” [4], “Less is More: Much Less is Much More” [5], “thinking small is not easy” [6], “Epistemology of the very small” [7], характеризуют субкультуру нового раздела большой науки — нанонауки, но не технический корпус знаний. Новый раздел гуманитарного знания отображает уровень социальной ответственности нанонауки перед обществом и людьми, а также проблематизацию этой ответственности в социальных и гуманитарных науках, в том числе через социологические опросы населения. В основе социальной ответственности и её научной проблематизации лежит фундаментальный слой общечеловеческих ценностей, с точки зрения которых общество оценивает пользу или вред нанотехнологий.

Если следовать известному утверждению М. Вебера о том, что наука, оставаясь формой человеческого познания, не может быть свободной от ценностей (хотя при этом она непременно должна воздерживаться от оценок), можно заключить, что именно в языке науки эта закономерность проявляется с наибольшей силой. Научные теории приходят и уходят, подтверждаются и опровергаются, но язык науки, на котором строится фундаментальный слой знаний — научная картина мира, сохраняется на протяжении очень длительного времени.

Подробный анализ позволяет сделать следующий вывод: периферия 2 в английском языке имеет большее количество объектов, чем в русском. Это может свидетельствовать о большей культурной “обжитости” наномира на Западе, чем в России, что понятно, поскольку там нанонаукой и нанотехнологиями занимаются дольше и большее число специалистов. Соответственно, журналисты шире представляют эту проблематику, ведут своего рода общественный нанодискурс, пользуются развитым тезаурусом и научным сленгом. Именно этим объясняется характерная черта современного научного русского языка — использование множества транслитерированных и транскрибированных терминов из английского языка: нанотехнологии, наномедицина, нанокапсулы, нанотехника, нанотерапия, наносуспензии, нанодиапазон, нанокластеры, нанотрубки и т.д.

В одних случаях употребление англоязычной терминологии является нормой взаимодействия научных сообществ на международном уровне, элементом широкого научного дискурса, необходимым инструментом развития научных знаний. В других случаях чрезмерное увлечение иностранной лексикой свидетельствует об отставании отечественной нанонауки от лидеров. В таком случае надо говорить о злоупотреблении англоязычной терминологией. Из сферы терминологии калькирование уже проникает в стилистику, нарушая правильное с точки зрения литературного русского языка построение фраз. А ведь строй языка самым непосредственным образом связан с менталитетом, образом мыслей. Несомненно, подобное явление с точки зрения культурологии и социологии культуры следует охарактеризовать как *вестернизацию* культуры.

ВУЛЬГАРИЗАЦИЯ НАУЧНОГО ЯЗЫКА

Если лингвистическое ядро нанонауки регулируется определёнными правилами, обеспечивающими требуемую однозначность их применения, то дальняя периферия базируется как раз на двусмысленности, многозначности, нестрогости трактовки. Таковы условия существования языка науки в широком поле человеческой культуры. Появление метафоричности и многозначности свидетельствует о заметном интересе к профессиональной науке, в том числе к нанонауке, больших групп людей. Без придания второго, третьего и *n*-го значения научным терминам, без придумывания на их основе новых образов и терминов невозможно функционирование языка как культурного феномена.

С одной стороны, упрощение строгих научных понятий — симптом снижения, вульгаризации канона, в таком приземлении сквозит ирония.

Очень часто к подобному приёму прибегают противники нанотехнологий и нанонауки. Именно в их среде родились такие словечки, как *нанопурга*, *наномойка*, *наноложество*, *нанопейзаж* и т.п. Феномен снижения и вульгаризации речи А.Б. Бушев называет феноменом новой разговорности. Он представляет собой “особую лингвоцентричную креативность — новый фольклор, отражением которого являются реклама и эстрада, даже масс-медиа” [8, с. 9]. Переосмысление исходных научных терминов в обыденном языке происходит с ориентацией на экспрессию и подчёркнутую выразительность, благодаря чему разговорная нанолексика приобретает экспансивный характер. Постепенно формируется то, что можно назвать *макароническим стилем* языка, для которого характерно ироничное пересыпание речи искажёнными на свой лад иностранными словами с подключением стилистически сниженной лексики, шуточных и высмеивающих эффектов, эвфемизмов. Эффект комизма достигается смешением слов и форм из разных языков. В результате можно говорить о риторической и эвристической роли нанотехнологических и нанонаучных метафор в культуре [9, р. 23].

С другой стороны, погружение строгой науки в необязательный слой культурных символов и традиций свидетельствует о том, что данная наука перестала служить только научным проектом и сферой государственных инвестиций, что она вторгается в повседневную жизнь. Общество и отдельные люди уже равнодушны к нанонауке и её продукции. Они боятся нанотехнологий и одновременно связывают с ними лучшее будущее. Это сугубо *социальный* процесс.

Просторечия, то есть слова, не входящие в литературную норму, — лишь один слой культурного бытования нанотехнологий и нанонауки. Второй слой — возвышение языка нанонауки и создаваемых ею эпистемологических матриц представителями профессионального искусства — искусства для избранных. Примером может служить Art Modern (Amodern) как новая форма современного искусства — от классических интерпретаций до новомодных течений. Amodern включает интерактивный нарратив, цифровые сочинения, историю Интернета, видео- и компьютерные игры. Вместе с тем Amodern — это ещё и международный цифровой журнал, посвящённый научным исследованиям в области СМИ, культуры и поэзии. В современном искусстве возникло новое направление “наноарт” (наноискусство) — создание скульптур (композиций) микро- и наноразмеров (10^{-6} и 10^{-9} м) под действием химических или физических процессов обработки материалов, фотографирование полученных нанообразов с помощью электронного микроскопа и обработка чёрно-белых фотографий в графическом редакторе.

Через фантастические произведения нанотехнологии проникают в общественное сознание. Сочетание художественных образов и научных представлений породило новое направление в научной фантастике — *нанопанк*, в рамках которого анализируются перспективы и опасности, социальные и психологические аспекты применения нанотехнологий, что способствует приятию и проявлению “нанореалий” в социокультурном обиходе [10, 11].

Язык науки представляет собой конгломерат лексики нескольких языков — латинского, греческого, английского, немецкого, французского и др. В этом смысле научный стиль любого языка — своего рода пиджин [12]. Он сформировался как ответ на потребности самих учёных, а также управляющих наукой инстанций, журналистского сообщества, общественного сознания, широких слоёв потребителей, наконец, просвещённой части интеллигенции, активно интересующейся новейшими достижениями науки и техники и участвующей в публичном “нанодискурсе”.

Язык нанонауки, причём все его слои, претерпевает ускоренные изменения. По динамике с ним может поспорить разве что профессиональный компьютерный жаргон — слой лексики, который используется в общении на профессиональную тему специалистами и пользователями компьютеров. Оба они представляют живую разговорную практику, наиболее подвижный пласт языка, имеющий свою структуру, законы формирования и развития [13]. Пополнение языка нанонауки и компьютерного жаргона происходит намного быстрее, чем расширение словарного состава кодифицированного языка.

Во всех отраслях современной науки теоретическое знание как бы засасывает в сферу своего влияния слова обыденного языка. Примером служит современная космология, которая в последнюю четверть века активно занимается изучением чёрных дыр. Несомненно, сам этот термин пришёл из повседневной речи. И это не исключение. Так, прохождение космическим кораблём (или иным объектом) горизонта событий чёрной дыры приводит к эффекту *спагеттификации* — вытягиванию корабля по всем осям. Спагеттификация (англ. *spaghettification*) — астрофизический термин (иногда используется словосочетание “эффект лапши”) для обозначения сильного растяжения объектов по вертикали и горизонтали (то есть уподобления их спагетти), вызванного большой приливной силой в очень неоднородном гравитационном поле. Слова “спагетти”, “лапша”, “приливная сила” и даже “горизонт событий” заимствованы из общеупотребительной лексики. Можно ли считать такое явление снижением, упрощением или огрублением научной лексики? Вряд ли, поскольку намного раньше в физику пришли такие обыденные слова, как “масса”, “сопротивление”, “сила”, “притяжение” и т.д.

Профессиональный язык науки претерпевает постоянные изменения, и не только благодаря активному общению с миром повседневности. Трансформация смысла терминов происходит и внутри самой науки: что бы ни случилось в виртуальном мире, многое из того, что мы говорим о нанотехнологиях и синтетической жизни, опосредовано метафорами. Предлагается провести исследование риторической и эвристической роли метафоры в области нанотехнологий. Для Дж. Питта, например, метафоры “жира” (*fat*) или “липких (*sticky*) пальцев” являются одним из способов очерчивания контуров мира на наноуровне. Мы должны уделять, считает он, должное внимание эпистемической ценности метафоры. Две метафоры, вызывающие особый интерес, — это метафора компьютерной программы (или метафора информационной системы) и метафора машины. М. Кирнес утверждает, что, используя метафору “системы”, нанотехники изменяют своё понимание онтологии: всё, что есть вокруг, “можно выразить в информационных терминах”, скажем, “биологической и физической жизнью можно манипулировать, как будто это информация” [14, р. 104]. Н. Майерс объясняет, как представление о “самой жизни” переходит в понятие о машине, а не в метафору компьютерной программы: “К такому приёму прибегают те исследователи, которые поднатерели в использовании машины в качестве метафоры и добились успеха в превращении молекул в видимые, осязаемые и работоспособные объекты” [15, р. 118].

Современный язык науки формируется на стыке двух противоположных процессов: *вульгаризации*, огрубления, опрощения и трансформации профессионального языка в “площадной” язык толпы, в составную часть масс-культуры, и *артификации* — придания обычным научным понятиям и отражаемой ими реальности статуса экстраординарности, возведения их в ранг искусства. Существуют наноискусство, нанодизайн, нанобудущее, нанонаука, нанотехнологии, нанообщество, наноиндустрия, нанороботы, наноматериалы, наноучёные и наноинженеры. Нанословарь расширяется с каждым днём, и с каждым днём увеличивается литература — научная, техническая, научно-популярная, документалистика и научная фантастика, посвящённая новому витку научно-технического прогресса, связанного со сверхмалыми величинами.

Как бы то ни было, незыблемой остаётся одна эпистемологическая аксиома: наука торжествует всегда. Язык науки — совокупность применяемых понятий и терминов — это не только средство общения учёных и обращения их к общественности, но и основной инструмент познания.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ивин А.А., Никифоров А.Л.* Словарь по логике. М.: Туманит, Владос, 1997.
2. *Эйнштейн А.* Физика и реальность // *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 4. М.: Наука, 1967.
3. *Швырёв В.С.* Язык науки // Новая философская энциклопедия: В 4-х томах. Т. 4. М.: Мысль, 2010.
4. *Smith D.* Small may not be beautiful // *The Sydney Morning Herald*. 2008. 27 March.
5. *Landon B.* Less is More: Much Less is Much More: The Insistent Allure of Nanotechnology Narratives in Science Fiction / N.K. Hayles (ed.). *Nanoculture: Implications of the New Technoscience*. Bristol, UK: Intellect Books, 2004. P. 131–146.
6. *Batt C.A.* Thinking small is not easy // *Nature Nanotechnology*. 2008. № 3. P. 121–122.
7. *Pitt J.C.* The Epistemology of the Very Small / D. Baird, A. Nordmann & J. Schummer (eds.). *Discovering the Nanoscale*. Amsterdam: IOS Press, 2004. P. 157–163.
8. *Бушев А.Б.* Макаронический язык в современном российском социуме // *Язык и культура*. 2009. № 4 (8). С. 5–12.
9. *Record I.* Frankenstein in Lilliput: Science at the Nanoscale (Editor's Introduction) // *Spontaneous Generations: A Journal for the History and Philosophy of Science*. 2008. V. 2. № 1. P. 22–24.
10. *Сунгатуллина Л.Р.* Философско-культурологическая идентификация феномена нанотехнологии // *Вестник Бурятского государственного университета*. 2011. № 14. С. 88–93.
11. *Сунгатуллина Л.Р.* Философско-культурологический анализ сущности нанотехнологии. Автореф. дис. ... канд. филос. наук. Казань, 2012.
12. *Панькин В.М., Филиппов А.В.* Языковые контакты. Краткий словарь. М.: Наука, 2011.
13. *Барм М.В.* Словообразовательные модели современного русского компьютерного жаргона. Автореф. дис. ... канд. филол. наук. Курск, 2010.
14. *Kearnes M.* Informationalising Matter: Systems Understandings of the Nanoscale // *Spontaneous Generations: A Journal for the History and Philosophy of Science*. 2008. V. 2. № 1. P. 99–111.
15. *Myers N.* Conjuring Machanic Life // *Spontaneous Generations: A Journal for the History and Philosophy of Science*. 2008. V. 2. № 1. P. 112–121.

ИЗ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ
ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ КОРРУПЦИИ В СИТУАЦИИ НОВОЙ РОССИЙСКОЙ СОСЛОВНОСТИ

© 2017 г. В.С. Мартьянов

Институт философии и права УрО РАН, Екатеринбург, Россия

e-mail: martianovu@yandex.ru

Поступила в редакцию 02.09.2016 г.

В статье показывается, что инициированное в постсоветский период формирование саморегулируемого рынка, новых экономических классов и гражданского политического порядка так и не было завершено. Сегодня российское общество в условиях архаизации социальной структуры всё чаще воспроизводит под тонкой оболочкой современности новое сословное деление, определяющее объём и условия доступа граждан к ренте, которая распределяется государством и его агентами. В результате растёт значение рентно-сословных институтов, во многом опирающихся на консенсус рентозависимого большинства бюджетников. Эти институты противоречат принципам и механизмам современного общества — общества модерна. В таком контексте коррупция, вопреки политической риторике, оказывается легитимной статусной рентой, сословно дифференцированной на основе иерархического доступа. Только в обществе, реализующем социально-политический проект модерна, сословно-статусная рента и механизмы её распределения могут превратиться из социальной нормы в неприемлемую социальную патологию, требующую не риторического, а практического противодействия. Поэтому базовым условием эффективной борьбы с коррупцией в России является не столько противодействие ей, сколько приостановка сословной дифференциации общества, преобразование его в гражданское, а рентных механизмов распределения ресурсов — преимущественно в рыночные.

Ключевые слова: коррупция, сословное государство, естественное государство, статусная рента, анти-современный консенсус, либерализация, современное общество, рынок, общественные блага.

DOI: 10.7868/S0869587317060032

Дефицит ресурсов является естественным и неустраняемым атрибутом любой планово-распределительной экономики. Проблема дефицита товаров в нерыночном, дистрибутивном обществе сглаживается путём создания разнообразных, преимущественно рыночных компенсирующих обменов, существующих параллельно и вопреки догмам всеобщего планирования. Однако в дискурсе советской

плановой экономики постоянный дефицит ресурсов, подрывавший её основные принципы, не мог быть признан публично, а потому осмыслялся через негативную, полукриминальную категорию *спекуляции* [1]. Спекуляция была не источником дефицита, как утверждала официальная советская пропаганда, а лишь попыткой его восполнить. Во многом противодействие коррупционерам в современном российском обществе аналогично по своей структуре борьбе со спекулянтами в СССР.



МАРТЬЯНОВ Виктор Сергеевич — кандидат политических наук, заместитель директора по научным вопросам Института философии и права УрО РАН.

РЕНТНО-СОСЛОВНЫЙ ХАРАКТЕР РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА КАК ПРИЧИНА ТОТАЛЬНОЙ КОРРУПЦИИ

В настоящее время достаточно даже беглого взгляда учёных или надзорных органов, чтобы обнаружить в повседневных практиках и институтах взаимодействия граждан, бизнеса и государства явления коррупции. Но это будет только взгляд

снаружи — на российское государство, представляющее собой преимущественно рентный механизм распределения ресурсов, и на российское общество, воспроизводящее внутри современных институтов сословное деление, которое и определяет уровень легитимного доступа разных сословий к ренте. Рентно-сословный характер российского общества с позиций социально-политического проекта, получившего в работах западных социологов З. Баумана, У. Бека, Э. Гидденса и других название “модерн” и реализованного в странах Запада, описывается как патологический, анахроничный, феодальный, неопатримониальный. Однако то, что с нормативных позиций общества модерна и рыночной экономики определяется в тотальных коррупционных категориях, в самих властных реалиях российского государства оказывается лишь естественным способом его существования, основанном на внерыночном, статусном распределении ренты. Сословным элитам выгодно рентное общество, но в публичном пространстве, во внешней оболочке государственности они имитируют рынок, демократию, конкуренцию, национализм и прочие атрибуты общества модерна.

Безусловно, использование госслужащими вредных им обществом ресурсов, функций, институтов и властных полномочий в собственных интересах является коррупцией. И если коррупционная схема возможна, значит, она рано или поздно реализуется. Любой культурный, политический или правовой порядок основан на системе запретов, ключевую роль в которой играют (само)ограничения. Но эффективные правила и ограничения не могут исходить только из системы управления, в которой они действуют. Сложная система не может содержать условия своей эффективности и легитимности лишь в себе самой, вне социокультурного контекста, в котором она существует. Проблема российского общества заключается в том, что кормление с должности, дающей доступ к ренте с властного ресурса, является, скорее негласной нормой, чем исключением.

Если в советский период речь шла об облегчённом доступе к дефицитным ресурсам, то механизмы приватизации и коррупции многократно увеличили масштаб возможных злоупотреблений: “Понятия взятки и блата уступили место сетевым откатам и распилам, в которых индивидуальное поведение уже следует интерпретировать сквозь призму институциональных особенностей коррупционных сделок” [2, с. 32]. В результате к началу 2000-х годов отчётливые институциональные контуры приобретает новое сословное общество, в котором крупные права собственности и рыночные прибыли зависят не от закона и не от рынка, а от воли доминирующих властных групп, находящихся в постоянном поиске ренты в условиях

непрестанно изменяемых и уже потому ненадёжных институтов. По сути, это выбор рыночных экономических агентов “между регулярным платежом ренты бюрократической группе и изъятием активов в собственность членов бюрократической группы” [3, с. 61]. Однако, если подобное “использование ресурсов и полномочий поставлено на постоянную основу, то экономически оно обретает статус ренты, прежде всего административной ренты... При этом государство не опирается на принцип верховенства права, а действует преимущественно через неформальные институты — стабильные правила игры, которые не записаны и не кодифицированы в качестве устава или закона” [4, с. 8, 9].

Таким образом, рентополучатели любого уровня могут быть описаны как коррупционеры, поскольку без отката невозможно получить доступ к ресурсам, всегда в той или иной степени дефицитным: “Чтобы распределять, нужно знать, кому распределять. Для этого нужно выделить группы, назвать их, сказать, сколько им положено, и прописать это в бюджет. А потом, когда это сделано, система начинает жить своей жизнью, которая регулируется нормой отката” [5]. Соответственно, борьба с коррупцией — это фактически борьба регулирующей устоявшейся правилами распределения ресурсов системы с самой собою. Но система не способна бороться сама с собой, она лишь может выявлять зарвавшихся, тех, кто берёт откат больше, чем положено в нигде не прописанной, но известной всем участникам процесса негласной норме. Разница между коррупционерами и некоррупционерами в результате становится не качественной, а лишь количественной. Например, 10% отката при распределении госзаказа являются признаваемой принципалом (политической группировкой, действующей от имени государства) законной рентой агента (члена этой группировки или иного чиновника), а 30% отката уже могут квалифицироваться как взятка и повлечь репрессивные санкции. А значит, и обществом «осуждаются не сами по себе акты коррупции, а лишь запредельные размеры взяток, особенно если они “непропорциональны” должности коррупционеров» [6, с. 1020].

Из сказанного следует, что злоупотребление государственной властью и должностными ресурсами ради извлечения личной выгоды является в сословно-рентной перспективе не противозаконной коррупцией [7, с. 120], а правом агента на легитимное нарушение правил, санкционированным политическим принципалом. Согласно базовым экономическим моделям рационального выбора и максимизации полезности, решение агента в пользу нарушения правил будет производиться до тех пор, пока ожидаемые потери от стратегии исключения из правил не превысят текущих издержек деятельности, осуществляемой в рамках действующих

правил. В условиях естественного государства стремление чиновников получать ренту с должности оборачивается деформацией всего социально-экономического пространства. В частности, капитальные бюджетные средства усиленно вкачиваются в крупные рентоёмкие отрасли (домовое и дорожное строительство, ремонт, ВПК, ненужные обществу мегапроекты, расширение естественных монополий), в то время как доля бюджетного обеспечения социальных услуг населению (образование, здравоохранение, социальное обеспечение и т.д.), с которых трудно извлечь значимую ренту, в общем объёме бюджетных расходов сокращается. Сама легитимация статусной ренты (коррупции) является для общества архаизирующей: она предполагает отказ агентов государства и граждан от эквивалентных обменов ресурсов (налогов) на государственные услуги и блага в пользу традиций дарообменных процессов. Здесь государство заведомо предстаёт как нечто враждебное, чуждое и внешнее, как превосходящий по силам и возможностям контрагент, с которым можно иметь дело, руководствуясь стратегией задабривания, но с которого невозможно требовать положенного по праву.

Если перейти от политической риторики российских элит, служащей целям самолегитимации и предназначенной внешнему адресату, к реальному положению дел, то можно констатировать, что в социальной структуре российского общества сложился устойчивый консенсус, в котором дистрибутивные (распределительные) политико-экономические обмены продолжают превалировать над рыночными обменами и который противоречит принципам модерна. Две трети населения находятся преимущественно вне рынка и социально-политических институтов модерна, так как погружены в рентную экономику, контролируруемую государством. Они относятся либо к 5% служилого сословия, распределяющего ренту, либо к 66% народа, представляющего собой по большей мере зависимых от государства рентополучателей (бюджетники, пенсионеры, инвалиды и т.д.). Доля предпринимателей, живущих в рыночных условиях на доходы от рыночных обменов, составляет всего лишь 15% от общей численности населения [8]. По сути, это означает, что в России отсутствует сформировавшийся рынок, а любой реальный частный бизнес существует только на периферии государственного управления экономическими процессами. Более того, интеграция населения в рыночные обмены не создаёт весомой и привлекательной экономической альтернативы дистрибутивным сословно-статусным отношениям, поскольку традиционно заниженные зарплаты и периферийный рынок порождают лишь массовый феномен работающих бедных, не позволяя сделать интенсивный

труд и эксплуатацию источником эффективного расширенного воспроизводства человека труда [9]. Попытки российского государства и его агентов использовать описательный язык концепции общества модерна и демонстративно действовать в сословно-рентной среде так, как будто российское общество, его институты и практики являются демократическими и рыночными, – как минимум самообман.

Сословность российского общества затрудняет базовую для проекта модерна модель принципал-агентного противодействия коррупции, когда принципал может ротировать/наказывать агента, использующего не по назначению полномочия и ресурсы, которыми он наделён. Чиновники всех уровней образуют отдельное сословие государственных людей, противопоставленных остальному населению, которое воспринимается преимущественно как рентный ресурс или зависимые рентополучатели. Однако внутри служилого сословия, максимально независимого от остального населения, «с точки зрения принципал-агентной модели это означает, что принципал не отделён от агента и вовсе не заинтересован в “искоренении” коррупции, поскольку совместно с агентом в ней участвует» [4, с. 12]. Коррупция в сословно-рентной перспективе является базовым способом существования естественного государства в условиях значимого расхождения формальных, декларируемых институтов и их функций с фактическими целями и полномочиями субъектов, действующих в данном правовом поле от имени государства.

Параллелизм формальных и неформальных правил российского общества, того, *как должно* и как происходит *на самом деле*, усугубляется и усложняется тем, что в отношении разных новых сословий, формирующихся в современной России, применяются фактически разные социальные нормы и законы. Определённые социальные субъекты получают “право на исключение” – установленным способом нарушать нормы, извлекая из факта нарушений свою партикулярную выгоду. Возникает двойная система правил: правила для всех и правила для избранных. Как отмечает политолог К.Ю. Рогов, “писанные правила... создаются так, что соблюдение правил затруднительно и является существенной издержкой, в то время как возможность не соблюдать правило даёт значительные конкурентные преимущества... В итоге вся жизнь описываемого социума строится как постоянный торг, который ведут его члены вокруг индивидуальных прав на нарушение определённых правил...” [10].

Реальное соблюдение излишне суровых и намеренно противоречивых правил оказывается почти невозможным в обыденной жизни и чревато высокими издержками, а легальное исключение

из них доступно лишь меньшинству, обладающему правом на нарушение правил. Более того, сами правила и режимы исключения из них постоянно меняются. Институциональная ловушка подобной двойной системы регулирования состоит в том, что субъекты, как те, которые создают и поддерживают режим санкционированного нарушения правил, так и те, кто освобождён от санкций за нарушение социальных норм, заинтересованы в том, чтобы для большинства эти нормы оставались в силе. Именно исключение образует их главное преимущество — вне рыночный и внеправовой ресурс, капитализируемый в виде различных рент: “Каждый субъект, получив определённые права на нарушение правил, а следовательно — и определённые относительные преимущества, оказывается не только равнодушен, но даже прямо не заинтересован в оптимизации или смягчении общих правил, ибо это привело бы к девальвации полученных им преимуществ...” [10].

Реализация рентоориентированных стратегий облегчается тем фактом, что “практически все ведомства в России так или иначе наделены функциями проверки, разрешения или запрета... везде существует почва для схожих по сути коррупционных сделок... представитель государства выглядит при этом не как тот, кто стоит на страже закона, а как охотник, ищущий ситуации нарушения закона” [11, с. 117]. Таким образом, явление, которое на языке современного общества и рыночной экономики именуется коррупцией, заложено в саму модель российского государства в качестве признанной большей частью общества и властью, а потому легитимной сословной (статусной) ренты служилого сословия и способа снижения трансакционных издержек со стороны субъектов, взаимодействующих с подобным рентным государством. Последнее же объективно заинтересовано в росте этих издержек, а значит, и цены их преодоления.

В соответствии с обозначенной логикой развивается и противодействие коррупции со стороны государства, предполагающее разные стандарты для разных сословий и принципиальным образом отличающееся от публичной антикоррупционной риторики. Огромный объём коррупции служилого сословия легитимируется как источник дохода, положенный ему по статусу, а потому выводимый из-под действия предназначенных остальному обществу норм закона, социальных норм и неолиберальных принципов экономической конкуренции и прозрачности. Эта разновидность коррупции положена в основу не только участия в управлении естественными монополиями и распределения расходов бюджетов разных уровней через подконтрольные компании, но и разного рода стимулирующих и премиальных выплат, имеющих лишь условное и косвенное отношение к зарплатам,

сословных привилегий в виде особого порядка медицинского, пенсионного и иных видов обслуживания и т.д. Низшее сословие — народ — просто отсекается от контактов с государством как источником потенциальных коррупционных взаимодействий. В результате в российском обществе, как справедливо замечает С. Кордонский, несмотря на печальные международные рейтинги, коррупция фактически отсутствует: политическая коррупция легализована, бывшие расхитители государственной собственности и приватизаторы общественных ресурсов и являются государством — кооптированы в него и выступают от его имени [12]. Государство как властный аппарат в руках элит подавляет лишь низовую, доступную большинству граждан коррупцию как ресурс в решении их бытовых, повседневных проблем, и коррупционные взаимодействия делегируются наверх от агентов к принципалам, в результате чего для решения тех же проблем приходится платить гораздо больше.

СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЬ — ТРАНСФОРМАЦИЯ ТИПА ГОСУДАРСТВА

Из сказанного выше следует, что устранение коррупции как явления внешнего и чуждого российскому государственному порядку оказывается просто ложной постановкой проблемы. Поэтому коррупция воспринимается как *нормальное и неустраняемое* культурно-институциональное явление, а искоренить её невозможно, не изменив социально-политический порядок, которому она принадлежит как его неотъемлемая часть. Ситуация не может быть изменена новым законом об общественном контроле или этике госслужащих, потому что подобные инициативы лишь подменяют реализацию базовых принципов демократии, прав и свобод граждан, активности агентов гражданского общества разнообразными паллиативными мерами со стороны агентов государства. Сами по себе правоохранительные органы никогда не победят преступность, госнаркоконтроль принципиально не разрешит проблем незаконного оборота наркотиков, борцы с экстремизмом не искоренят политического насилия, государственная медицинская корпорация не обеспечит всеобщего здоровья, так как борьба за ресурсные потоки, расширение предметов регулирования, симуляцию статистики и повышение значимости угроз является для государственных агентов и корпораций более важным фактором выживания, нежели удовлетворение интересов граждан как конечного заказчика [13].

Когда статусная рента служилого сословия определяется со стороны рыночных социальных групп как коррупция, возникает защитная реакция естественного рентного государства и неопатримониальных элит: они пытаются отождествить себя

с государством, а любую критику в свой адрес приравнять к государственной измене, экстремизму, терроризму, подрыву существующего политического порядка. Подобная реакция может быть также сознательной манипуляцией со стороны политических элит, расширяющей пропасть между идеологизированной нормативной реальностью и тем, как власть на всех уровнях функционирует на самом деле. Это закономерно ведёт к усилению двойных стандартов, избирательному правоприменению и нерешаемости значимых общественных проблем, описываемых в моделях ложной причинности.

Распространённой ошибкой является стремление политической элиты бороться с коррупцией с помощью исключительно институциональных средств — путём её законодательной отмены или административных реформ. Система управления пытается решить задачи, принципиально неразрешимые на том уровне, на котором они возникли, и теми средствами, которые для этого предлагаются. Формально юридическая редукция коррупции к тем или иным составам преступлений лишь перепределяет само явление, оставляя многие случаи его конкретной реализации вообще за пределами видимости органов власти, не говоря уже о полноценном противодействии им. Бюрократический аппарат не может быть единственным и эффективным борцом с собственной коррумпированностью, поскольку не может устанавливать пределы для самого себя. Для этих целей требуются дееспособные внешние субъекты рынка и гражданского общества.

Если в историческом естественном государстве коррупция является фактически легитимной функцией рентного кормления чиновника, ещё не имеющего фиксированного дохода от казны в виде зарплаты, то в рыночном обществе узурпация государственного интереса вызывает всё меньшую гражданскую толерантность, представляясь прямым покушением на общественные блага. Любая рента с государства всё менее легитимна в обществе с доминированием рыночных обменов, нуждающемся в более качественных государственных услугах, адекватных значительным гражданским обязательствам и налогам. Сложность проблемы перехода от преимущественно традиционных к современным ценностным и институциональным регуляторам заключается в том, что коррупция коренится не только в более архаичных институтах и устаревшей морали, но и в человеческих слабостях и пороках. Часто она поддерживается именно теми человеческими качествами, которые считаются в обществе достоинствами — взаимопомощь, благодарность, верность, дружба, предпочтительные родительские и родственные чувства. Неслучайно исторически нормативность и социальная терпимость взяток закреплена в таких её

синонимах, как “подарок”, “благодарность”, “куш”, “посул”, “халтура”, “барашек в бумажке” [14]. Поэтому способность политических систем модерна переориентировать нормы общественной морали и центральную ценностную систему общества в целом на приоритетную поддержку общественных благ, универсальности права и некоррупционного поведения является важнейшим фактором устойчивости институционального порядка обществ открытого доступа [15].

Хочу особо подчеркнуть: развитие общества может иметь место и в сословном государстве, и в рентной экономике, и в условиях высокой коррупции [16]. Но универсальность, устойчивость и долговременный характер развития, возможность широкого доступа граждан к его результатам не согласуются с подобными социально-политическими реалиями. Переход от элементарного выживания, привычной исторической мобилизационной стратегии освоения и распределения ресурсов в рентной парадигме к логике долгосрочного и устойчивого институционального развития требует роста значения в российском обществе таких внеэкономических социальных регуляторов, как право, политика, мораль, религия, этика, масс-медиа. Расширение пространства свободных рынков, самоуправления, демократии неизбежно увеличивает чувствительность граждан к проявлениям коррупции, обуславливая выход на политическую арену таких фигур, как А. Навальный.

Принимая во внимание неодновременность социально-политического и экономического развития государств мира, можно утверждать, что коррупция — понятие с плавающей областью значений. Различие между подарком, статусной рентой и взяткой не является универсальным для всех обществ, но всегда детерминировано конкретным историко-культурным контекстом, который сам находится в состоянии перманентных трансформаций [7, с. 147]. Тем не менее, невзирая на устойчивые массовые стереотипы относительно коррупционного поведения граждан, представляется, что коррупция может быть минимизирована без изобретения особых, подходящих именно для российской специфики средств противодействия. Необходимы не поиски идеального или уникального рецепта, а способность общества преобразовать консенсус, противоречащий принципам модерна, в демократический и поддержка эволюции рентных механизмов российского государства в сервисные [17].

Общая стратегическая цель противодействия проста: создавать такие условия, когда следование действующим нормам закона и общественной морали будет наиболее выгодным и естественным образом действия как для граждан, так и для чиновников, а попытки обойти закон с целью получения частной ренты с занимаемой должности или

имеющегося социального статуса станут слишком рискованными, экономически и рационально невыгодными. Первый шаг на пути желаемых изменений — открытое признание рентно-сословного характера российского государства и порождаемого им типа властно-общественных отношений. Сегодня мы наблюдаем постоянные бесплодные попытки реформаторов примирить условную административную реальность, институционально симулирующую рынок, капитализм, демократию, ценностную и институционную матрицу модерна, и то, как происходят принятие политических решений, распределение и освоение общественных ресурсов в рентной перспективе. Государство и служилое сословие должны перестать симулировать управление обществом извне, создавая реальность, параллельную существующей, реальность виртуальную или, лучше сказать, идеальную, отвечающую критериям проекта общества модерна, реальность, от имени которой избирательно наказываются отдельные коррупционные субъекты, институты и явления. В этой избирательности и реализуется коррупция государства, когда законодательство, институты и социальные нормы функционируют для разных сословий по-разному, что, например, фиксирует статистика российских судебных приговоров: за аналогичные преступления преступники с высоким социальным статусом получают меньшие либо условные наказания [18].

После того как частная задача борьбы с коррупцией будет заменена задачей трансформации самого типа государства, нужно упразднить избыточные функции контролируемого сословными элитами рентного государства, регулирующие полномочия его агентов и следующие из них коррупционные схемы взаимодействия. Чем больший объём полномочий и сфер регулирования имеет естественное государство и его структуры, тем большим потенциальным бюрократическим и коррупционным (распределительным, рентным) ресурсом располагают его представители. Поэтому наивно полагать, что разрастание государства рентного типа за счёт появления новых ведомств, подразделений, контролирующих структур и практик по противодействию коррупции приведёт к победе над ней. Такая стратегия лишь обеспечивает перераспределение рентных потоков между патрон-клиентскими группами элит, ведомствами и лоббистами внутри государственного аппарата. Отказ же от избыточных полномочий, напротив, гарантирует потерю коррупционного ресурса, поскольку количество решений, разрешений, удостоверений, выписок и прочих необходимых гражданам бумаг, которые можно обменять на взятки, сократится. Одновременно меньшее число контрольно-регулирующих функций, выполняемых государством, может сопровождаться расширением автономии низовой

бюрократии и бюджетников, оказывающих непосредственные услуги населению. Избавив их от излишней опеки начальства и необходимости постоянного писания отчётов о своей эффективности, можно существенно увеличить общую пользу, получаемую обществом от выполнения ими своих непосредственных профессиональных задач. При этом перераспределение времени, затрачиваемого на отчёты, в пользу оказания услуг гражданам равносильно переориентации с действий в виртуальном мире внутренней реальности управляющей системы на деятельность в реальном социальном пространстве. Тогда реальными оценщиками результатов работы низовой бюрократии станут не одни лишь их принципалы в лице начальства, но и их клиенты, то есть население. Конечно, сам по себе местный уровень власти не является панацеей от коррупции, он тоже может быть коррумпирован. Однако именно на местном уровне гражданам легче добиться ясности решений, прозрачности в налоговых сборах и их последующем распределении, оценить и проконтролировать, какие средства и насколько эффективно тратятся. Местная власть ближе, с ней легче взаимодействовать напрямую, она персонифицирована, на неё проще воздействовать и проще её контролировать, а также непосредственно участвовать в ней.

Сокращение избыточного участия государства в социальных процессах чревато тем, что при ослаблении вертикального многоступенчатого контроля со стороны государства бюрократию сменит не саморегулируемый рынок, а теневые, криминальные структуры. История показывает, что именно это обычно и происходит. Однако популярная сегодня идея сильной руки и сильного государства является не альтернативой, а напротив, довольно вредным мифом массового сознания. Когда граждане под влиянием СМИ начинают верить, что сами по себе они не субъектны и бессильны в сложившихся обстоятельствах, их пассивность позволяет легитимировать политическое статус-кво через стоковый синдром как оправдание любых действий элит и символическое приобщение к их сакральной субъектности. Подобный сценарий запускает откровенно архаизирующие и инфантильные механизмы в отношении российских граждан. Очевидно, что наличия только Конституции, системы формальных законов и органов, следящих за их соблюдением (МВД, ФСБ и др.), совершенно недостаточно для полноценного функционирования политического порядка. Социальные коммуникации должны опираться на определённые ценности, институты и правила, которые во многом формируются в результате повседневных взаимодействий, не опосредованных государством. Парадокс в том, что в России есть властные иерархии, администрации, ведомства и учреждения, но при этом

утеряна эффективная культурная саморегуляция общества на низовом уровне, с помощью низовых общин. В своё время А. де Токвиль [19, с. 64–142] обуславливал эффективность и устойчивость демократических институтов в Северной Америке их опорой на автономию, культурную среду и жизненные правила, вырабатываемые в повседневных практиках соседских сообществ и находящихся в них подтверждение своей реалистичности и плодотворности. И, наоборот, в условиях господства экономического человека как рационального эгоиста, распространения неолиберальных ценностей, повсеместного городского отчуждения, когда соседи по лестничной площадке незнакомы друг с другом, возникновение и поддержание пространства гражданской саморегуляции, позволяющее ослабить государственный дисциплинарный контроль, чревато непредсказуемыми результатами.

Параллельно с либерализацией государства можно осуществлять второй способ его преобразования, связанный с фоновой модернизацией снизу вопреки интересам правящих элит. Такая модернизация предполагает участие граждан в сходах, общественных обсуждениях, выборах и референдумах, экспертизе и принятии публично значимых решений, гражданские протесты и гражданское неповиновение, согласование широких коллективных политических действий, принуждающих элиты к диалогу с обществом на равных. Либерализация требует пересмотра системы централизованных практик изъятия и распределения общественных ресурсов и государственных услуг среди граждан в виде ренты, всё более концентрирующейся на федеральном уровне, и в виде пожалованных субсидий, транслируемых на нижние бюджетные этажи. Попытки тотального планирования и регулирования нужд и потребностей граждан, а также условий и форм их реализации порождают огромные бюрократические посреднические структуры, попутно разрушая зачатки местного самоуправления, параллельно лишая и налоговых ресурсов, и властных полномочий [20]. Многочисленные агенты государства постепенно начинают действовать в собственных интересах, оттягивая на своё функционирование общественные ресурсы и превращая тех, кому призваны помогать, лишь в прикрытия для коррупционных схем. А если на низших уровнях общественной системы в силу ряда глобальных фоновых факторов (урбанизация, повышение уровня образования, рост доходов, расширение доступа к информации и т.п.) нарастает запрос на модернизацию, то в сфере взаимодействия элит и принятия политических решений начинают доминировать архаичные клановые механизмы.

В обществах реализованного проекта модерн-на наиболее эффективным субъектом достижения своих интересов является автономный гражданин,

который оптимальным способом достигает своих жизненных целей в сложившихся обстоятельствах, располагая имеющимися ресурсами. Поэтому оказание государственных услуг имеет предельно адресный и персонализированный характер и происходит преимущественно в наиболее универсальной монетарной форме. Гражданин имеет право самостоятельно решать, что для него важнее – открыть свой бизнес, сделать ремонт, направить средства на лечение или образование. Государства, занимающие лидирующие позиции в плане развития человеческого капитала, всё больше ограничивают свою деятельность сервисными функциями: государство обязано создать институциональные условия свободы и самореализации, в том числе поддерживая минимальные социальные стандарты жизни граждан, при этом отказываясь от дисциплинарного регламентирования того, каким именно образом гражданин будет распоряжаться предоставленными ему ресурсами и возможностями.

С учётом этого можно предложить радикально сократить число государственных агентов, реализующих коррупционный потенциал путём получения права регулирования важнейших сфер жизни граждан и тем самым получающих власть над ними [21]. Более того, сокращение объёмов государственного регулирования потенциально снижает совокупную цену государства для граждан в виде налогов, акцизов, таможенных сборов, инфляции, порождаемой печатным станком, зарплат чиновников, уменьшает многие транзакционные издержки социальных коммуникаций, а следовательно, выступает генератором роста благосостояния. Поэтому последовательное сокращение распределительных механизмов рентно-сословного государства, «опрозрачивание» госструктур и механизмов решений автоматически ведут к сокращению потенциала коррупционности представителей государства.

Преобразование сословного общества в рыночное откроет путь для лучшего понимания интересов значимых социальных групп, налаживания диалога между ними и легализации их де-факто существующего институционального оформления. В перспективе доминирующие политические элиты будут лишены контроля над значительной частью ренты, формируемой в обществе.

ДЕЙСТВЕННАЯ СТРАТЕГИЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ КОРРУПЦИИ В РОССИИ

Главная политическая проблема современной России заключается не в «ресурсном проклятии» или объёмах доступной природной ренты, а в целях и способах её распределения, принципиально отличающих Канаду, Норвегию или Австралию, с одной стороны, от Нигерии, Саудовской Аравии,

Ирака и Венесуэлы — с другой. Сословные элиты не могут сформулировать идею общего блага, регулирующую справедливый обмен ресурсами в обществе модерна, так как эта идея в её современном виде угрожает их монополии на российский политический порядок. Однако без веры в общее благо невозможно мотивировать граждан отказаться от той части располагаемого ими социального капитала, которая подпитывает коррупцию на межличностном и институциональном уровнях. У людей просто нет более универсальной идеологической перспективы, позволяющей увидеть, что повсеместное коррупционное взаимодействие, превращаясь в социально одобренный способ жизнедеятельности большинства, лишает их широких возможностей, которыми они могли бы располагать в отдельности и сообща в обществе, где коррупция искоренена как способ эффективного решения частных проблем граждан [22]. До тех пор пока такая перспектива не станет очевидной для большинства граждан, шансы России на переход из состояния естественного рентно-сословного государства к обществу открытого доступа с сопутствующим ограничением разного рода сословных рент остаются невелики.

Эти шансы возрастут вместе с увеличением доли населения, относительно независимой от государства и включённой в пространство рыночных обменов. По сути, речь идёт о варианте модернизации снизу, в ходе которой тягловое сословие граждан-налогоплательщиков, де-факто живущих в стихии рынка и условиях постоянно сокращающейся ренты ветшающего социального государства, пытается поставить на службу обществу служилое сословие, слишком часто замещающее интересы общества собственными интересами. В данном случае критерием успешности модернизации является интеграция государством значимых социальных групп через эгалитарные инклюзивные (вовлекающие) институты [23, с. 404–408] — общности, в настоящее время часто отчуждённые от государства или просто не попадающие в генерируемую государством социальную реальность. В противном случае происходит масштабная радикализация всех исключённых, когда они начинают позиционировать себя истинными носителями государственного интереса в противовес коррумпированным элитам, утратившим право на его выражение. Это уже революционная ситуация, характеризующаяся стремлением той части общества, которая считает, что государство узурпировано сословным меньшинством, к альтернативной универсализации государственного интереса в своих целях. В подобном контексте, когда легитимность оппонентов в отстаивании государственного интереса в нормативной современной политической перспективе готова сравняться с легитимностью сословных элит, последние будут

вынуждены, чтобы не потерять власть, кооптировать во властный порядок новые социальные группы и расширить рентные права граждан, начав опираться на такие, свойственные обществу модерна источники развития, как человеческий капитал, рынок и доверие.

Таким образом, предотвращение социальной нестабильности и искоренение коррупции в России требуют замены доминирующих рентно-сословных институтов институтами гражданского сервиса и переориентации с дистрибутивных (распределительных) на рыночные обмены. Для этого необходимо:

- радикально упростить административно-территориальное устройство России и сократить её законодательство, упразднив тем самым ненужные звенья рентной цепочки власти и правовых норм, с помощью которых можно произвольно вменять *презумпцию виновности* населению и бизнесу;

- институционально сократить дистрибутивное государство и его функции по контролю, изъятию и распределению общественной ренты, которые обусловлены принадлежностью граждан к разным условиям;

- расширить пространство независимых экономических, политических и иных рынков со свободным ценообразованием, руководствуясь принципом неприкосновенности частной собственности как базовым условием любых долгосрочных инициатив и инвестиций (при этом не стоит переоценивать и романтизировать “освободительный” потенциал рынка, который в реальности часто строится на обмане, манипуляциях, эксплуатации, воровстве, шантаже и принуждении);

- поддерживать автономию граждан и их ассоциаций, а также низовой бюрократии как ключевых субъектов органической модернизации общества в условиях позднего модерна;

- сократить количество государственных посредников между декларируемыми правами и услугами для граждан и самими гражданами;

- выравнивать зарплаты в госсекторе с зарплатами, получаемыми на аналогичных позициях в рыночных компаниях, что лишит коррупционные доходы легитимности в качестве *статусной ренты* или *справедливой доплаты* к основному жалованью;

- делегировать как можно больший объём полномочий и ресурсов по их осуществлению на уровень местного самоуправления, а также организуемых самими гражданами негосударственных, общественных структур, где их участие в своей собственной судьбе наиболее эффективно.

Названные меры призваны стимулировать рост индивидуальной автономии и человеческого

капитала, трансформацию подданнической политической культуры в гражданскую, поддерживать нормы жизнедеятельности людей, не заинтересованных в массовом коррупционном поведении, которое основано на морально и исторически одобренных взаимовыгодных, клановых, патрон-клиентских, родственных и земляческих связях, то есть на привычных способах улучшения социального и экономического положения в традиционных обществах и естественных государствах. Расширяющееся пространство принципов, механизмов и институтов общества модерна предполагает вытеснение этих связей из публичного пространства в область частной жизни. Они перестают быть условием дальнейшего развития, а рост эффективности рыночных обменов влечёт за собой их переоценку как негативных, разрушающих потенциальное равенство прав и универсальных возможностей. В этой общей ценностной перспективе всем гражданам будет понятно, что коррупция, принося отдельные тактические выигрыши отдельным людям, неизменно обращается в поражение общества в целом.

Работа выполнена при поддержке исследовательского проекта ИФиП УрО РАН № 15-19-6-6 “Трансформации морально-политических и правовых регуляторов современного общества: взаимодействие национального и глобального пространств”.

ЛИТЕРАТУРА

- Ореховский П. Право на оспаривание, патрон-клиентские сети и коррупция // Вопросы экономики. 2012. № 11. С. 101–117.
- Рогозин Д. Обзор публикаций о коррупции // Отечественные записки. 2012. № 2. С. 24–39.
- Аузан А. Заложники недоверия (интервью) // Отечественные записки. 2012. № 2. С. 59–70.
- Розов Н. Стратегия нового принципа // Отечественные записки. 2012. № 2. С. 8–23.
- Кордонский С. Коррупции в России практически нет. URL: <http://korrossia.ru/expert/574-simon-kordonskiy-korrupcii-v-rossii-prakticheski-net.html> (дата обращения 01.09.2016).
- Журавлёв А.Л., Юревич А.В. Психологические факторы коррупции // Вестник РАН. 2015. № 11. С. 1019–1027.
- Роуз-Аккерман С. Коррупция и государство. Причины, следствия, реформы. М.: Логос, 2010.
- Кордонский С.Г., Дехант Д.К., Моляренко О.А. Словесные компоненты в социальной структуре современной России // Отечественные записки. 2012. № 1. С. 74–91.
- Тихонова Н.Е. Феномен городской бедности в современной России. М.: Летний сад, 2003.
- Рогов К.Ю. Режим мягких правовых ограничений. URL: <http://www.inliberty.ru/blog/1175-rezhim-mygkih-pravovyh-ogranicheniy> (дата обращения 01.09.2016).
- Жарков В., Рогозин Д. Российская коррупция в рассказах участников // Отечественные записки. 2012. № 2. С. 103–138.
- Кордонский С. Норма отката // Отечественные записки. 2012. № 2. С. 71–80.
- Рыбина Л. Болезнь XXI века — ОРВИ? // Новая газета. 2015. № 56. 1 июня.
- Абрамов Н. Словарь русских синонимов и сходных по смыслу выражений. М.: Русские словари, 1999.
- Норт Д. Функционирование экономики во времени // Отечественные записки. 2004. № 6. С. 88–103.
- Панкевич Н.В. Коррупционные риски в условиях глобализации // Полития. 2009. № 4. С. 75–85.
- Фалина А.С. Сервисное государство: истоки теории, элементы практики // Социология власти. 2014. № 1. С. 132–140.
- Как судьи принимают решения: эмпирические исследования права / Под общ. ред. В.В. Волкова. М.: Статут, 2012.
- Токвиль А. де Демократия в Америке. М.: Прогресс, 1992.
- Туровский Р.Ф. Российское местное самоуправление: агент государственной власти в ловушке недофинансирования и гражданской пассивности // ПОЛИС. 2015. № 2. С. 35–51.
- Панкевич Н.В. Противодействие коррупции в пространствах социального исключения // Общественные науки и современность. 2015. № 3. С. 78–89.
- Фишман Л.Г. Движемся ли мы к антикоррупционной системе ценностей? // Актуальные проблемы научного обеспечения государственной политики Российской Федерации в области противодействия коррупции. Екатеринбург, 2014. С. 127–132.
- Асемоглу Д., Робинсон Дж.А. Экономические истоки диктатуры и демократии. М.: Изд. дом ВШЭ, 2015.

ТОЧКА
ЗРЕНИЯ

ТЕОРИЯ ГЛОБАЛЬНОГО ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

© 2017 г. А. В. Подлазов

Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН, Москва, Россия

e-mail: Tiger@Keldysh.ru

Поступила в редакцию 20.07.2016 г.

На протяжении почти всей истории человечества его численность росла в режиме с обострением, однако в последние десятилетия рост стал замедляться, наметилась тенденция к стабилизации численности населения (демографический переход). В работе вводится понятие “жизнесберегающие технологии”, их развитие трактуется как двигатель истории, формулируется принцип технологического императива, в соответствии с которым число живущих людей соотносится с уровнем технологического развития. На этой основе строится математическая модель глобального демографического роста и определяются его пределы. Демографический переход объясняется как эффект приближения к этим пределам. Предлагается соответствующая феноменологическая модель, хорошо согласующаяся с данными.

Ключевые слова: теоретическая демография, глобальная демография, гиперболический закон, режимы с обострением, демографический императив, технологический императив, жизнесберегающие технологии, демографический переход, пределы роста, возрастная пирамида.

DOI: 10.7868/S0869587317060044

Традиционным предметом изучения демографии являются состав и движение населения, взятые в географическом, этническом, конфессиональном, социальном, профессиональном и иных аспектах. Предмет глобальной демографии — не территории или группы, а демографическая динамика человечества как целостной системы. Её сложность предполагает максимальное огрубление, связанное с отказом от учёта возрастной, пространственной, социальной, культурной и другой структуры населения. В простейшем случае внимание сосредоточивается на одной-единственной количественной характеристике — *населении мира*, что приводит к существенному упрощению ввиду исключения из анализа миграционных процессов. Таким образом,

цель глобальной демографии — качественное и количественное описание изменения численности человечества, выявление механизмов, определяющих эту численность, и построение соответствующих математических моделей.

Принципиальная особенность демографического процесса состоит в том, что на протяжении большей части истории он шёл с ускорением: с 1960 по 2000 г. произошло удвоение народонаселения, которое заняло всего 40 лет, тогда как предыдущие циклы удвоения потребовали 65, 140, 400 и 1000 лет. Ускоряющийся характер роста выражался в увеличении не только численности населения, но также его годового *прироста* (производная) и даже *темпа прироста* (логарифмическая производная), графики которых представлены на рисунке 1.

В последнее время ускорение сменилось замедлением, что породило представление о *демографическом взрыве* — концентрации радикальных популяционных изменений на узком временном интервале. Хотя динамика народонаселения подвержена флуктуациям, которые ранее могли приводить даже к его кратковременному сокращению, начиная с XVII в. вследствие ускорения демографического роста графики уверенно поднимаются над нулевой отметкой. При этом максимальный годовой



ПОДЛАЗОВ Андрей Викторович — кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ИПМ им. М. В. Келдыша РАН.

прирост населения (88 млн. человек) имел место в 1989 г., а темп прироста прошёл пик в 1963 г., достигнув $2,2\%$ год⁻¹, после чего эти величины начали убывать.

Качественного анализа данных, представленных на рисунке 1, достаточно, чтобы сформулировать ключевые вопросы, на которые должна ответить глобальная демографическая теория:

- почему численность вида *Homo sapiens* растёт, тогда как численность любых иных видов, занимающих некоторую экологическую нишу, остаётся в среднем постоянной?
- почему темп прироста народонаселения увеличивался, хотя даже вид, осваивающий новую экологическую нишу, характеризуется постоянным темпом прироста численности?
- почему в настоящее время происходит падение скорости роста человечества?
- каковы перспективы демографического развития?

Первой попыткой дать ответы на эти вопросы стала феноменологическая модель роста человечества, предложенная С.П. Капицей [3, 4]. Она опиралась на сформулированный им принцип *демографического императива*. Если *популяционный принцип*, выдвинутый Т. Мальтусом, связывал рост населения с доступными *ресурсами*, то согласно принципу демографического императива рост населения определяется *развитием*, то есть внутренними свойствами системы, а не внешними факторами. В рамках модели С.П. Капицы развитие связывается с гипотетическим *информационным взаимодействием*, интенсивность которого пропорциональна числу парных отношений между людьми. К сожалению, механизм, посредством которого информационное взаимодействие между людьми обуславливает рост их числа, остался неясен. Другая трудность гипотезы — принципиальная невозможность объяснить происходящее в настоящее время замедление роста населения, поскольку по мере увеличения его численности информационное взаимодействие должно только усиливаться. Апелляция к эффектам запаздывания не решает проблемы, так как они неспособны отменить уже возникшее информационное взаимодействие.

В настоящей работе предлагается иной подход, позволяющий непротиворечиво объяснить наблюдаемые явления и построить для них математическую модель. Он базируется на представлении о *жизнеспасающих технологиях* и принципе *технологического императива*.

Построение модели начнём с перехода от качественного описания роста населения мира (n) к количественному. На рисунке 2 представлена

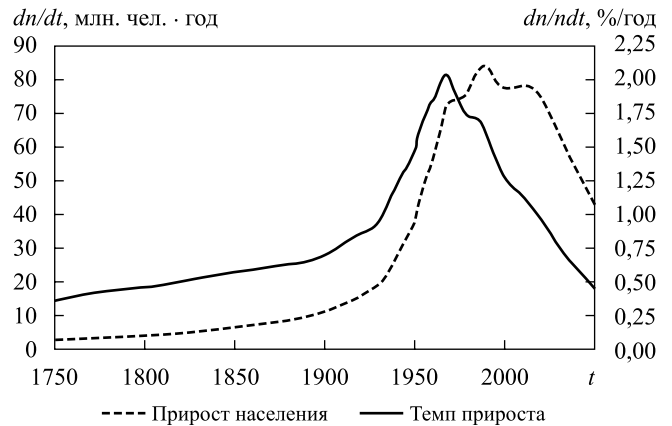


Рис. 1. Демографический взрыв (сглаженные данные)
Источник: составлено автором по данным [1, 2].

аппроксимация зависимости численности населения от времени формулой

$$n(t) = C/\Delta t, \quad \Delta t = t_f - t, \quad (1)$$

где $C \approx 200$ млрд. чел. · год, а момент обострения t_f приходится на 2025 г.

Зависимость вида (1) была впервые обнаружена в 1960 г. [5], но вскоре она перестала выполняться. Это неудивительно: формула, становящаяся абсурдной при приближении t к t_f , очевидно, не может быть экстраполирована в будущее. Однако её экстраполяция в прошлое до 1,6 млн. лет назад удовлетворительно согласуется с демографическими данными, дополненными оценками антропологов и палеодемографов (рис. 3). Другими словами, закон роста (1) выполнялся от нижнего палеолита до возникновения

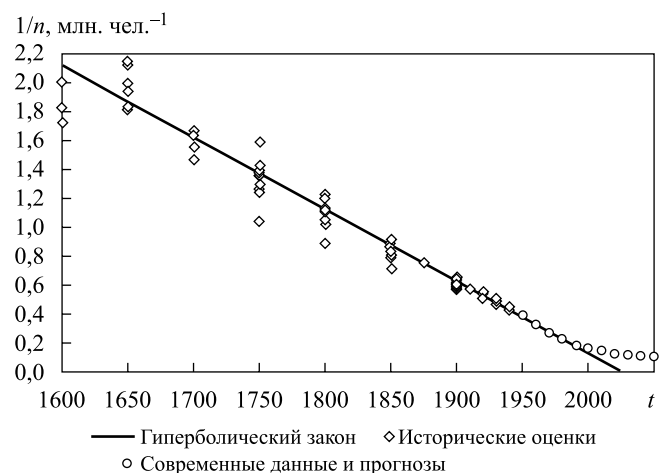


Рис. 2. Гиперболический рост

Данные по населению за 1600–1960 гг. приведены с обратным представлением по оси ординат. Прямая в таких координатах соответствует формуле (1), а пересечение её продолжения с осью абсцисс определяет момент обострения t_f
Источник: составлено автором по данным [1, 2].

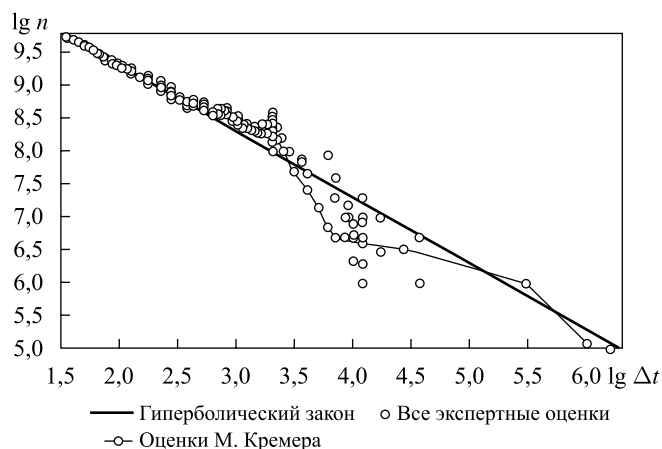


Рис. 3. Экстраполяция гиперболического закона в прошлое

Значительные отклонения точек от прямой (гиперболический закон) соответствуют ледниковому периоду (вниз) и римскому и средневековому климатическим оптимумам (вверх). Отдельно отмечены данные из работы [1], образующие временной ряд. Значения остальных точек взяты из источников [3, 4, 6, 7] и не допускают какой-либо обработки, поскольку получены разными методами

постиндустриального общества. Этот длительный период развития будем называть *фазой роста* в противоположность происходящему в настоящее время глобальному *демографическому переходу*, связанному со сменой типа воспроизводства населения. В результате демографического перехода происходит замедление роста населения относительно закона (1) с тенденцией к стабилизации численности.

Применимость гиперболического закона для описания демографической динамики на протяжении практически всей истории человека как вида представляется важнейшим обоснованием принципа демографического императива. Общий механизм роста не может быть обусловлен действием сравнительно недавно возникших факторов, связанных с экономикой или культурой.

Закону (1) соответствует автономное дифференциальное уравнение

$$\dot{n} = n^2 / C, \quad (2)$$

которое само по себе косвенно подтверждает принципиальную возможность экстраполяции в прошлое, позволяя оценить условия и момент начала антропогенеза. Это событие отмечено минимально возможным значением прироста населения, равным одному человеку за одно поколение. Приняв время смены поколений $\tau \approx 20$ лет, получаем исходную численность популяции

$$n_0 = \sqrt{1/\tau \cdot C} \approx 100 \text{ тыс. человек} \quad (3)$$

и момент начала роста

$$t_0 = C/n_0 \approx -2 \text{ млн. лет,}$$

которые удовлетворительно согласуются с антропологическими данными [4].

Различные модели дают оценку предельной численности человечества на уровне $n_\infty \approx 10$ млрд. человек (см. далее). Таким образом, отношение n_∞ / n_0 достигает 5 порядков величины. Поэтому было бы ошибкой рассматривать правую часть уравнения (2) как кинетическую запись, связанную с частотой сексуальных контактов мужчин и женщин. Ведь тогда пришлось бы заключить, что за время, прошедшее с момента t_0 , эта частота выросла пропорционально увеличению n .

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО РОСТА

Компоненты естественного движения населения.

Поскольку для мира в целом отсутствует внешняя миграция, его население меняется только за счёт рождаемости и смертности. Рассмотрим особенности этих компонент по отдельности.

Рождаемость. На заре антропогенеза рождаемость и смертность людей в среднем уравновешивали друг друга, но затем между ними возник зазор, который до недавнего времени только расширялся, обеспечивая ускоряющийся рост популяции. Принципиально, что зазор не мог появиться вследствие увеличения рождаемости, так как её уровень обыкновенно занижен по сравнению с предельными репродуктивными возможностями человека. В процессе своего развития человечество выработало множество социокультурных ограничителей рождаемости: религиозную регламентацию сексуальных отношений, установление возраста совершеннолетия, необходимость дать приданое за невестой или уплатить за неё калым, многожёнство, эмансипация женщин, сексуальная революция и т.п. Действие этих ограничителей позволяет избежать колебаний численности, вызванных эффектами запаздывания. Такие колебания наблюдаются в популяциях многих видов животных. Чрезмерное размножение в благоприятной обстановке впоследствии приводит к перенаселённости, обострению внутривидовой конкуренции и резкому подъёму смертности. Люди способны демпфировать подобные колебания, не допуская слишком быстрого роста своей численности. И наоборот, если произошло резкое сокращение народонаселения, вызванное форс-мажорными обстоятельствами (стихийные бедствия, войны, эпидемии), его можно быстро восстановить, временно отбросив ограничения и подняв рождаемость до естественного уровня.

Таким образом, нет оснований полагать, что рождаемость может систематически увеличиваться. Вместе с тем нет также причин, по которым до

начала демографического перехода она могла бы уменьшаться. Поэтому будем считать её уровень неизменным в фазе демографического роста и снижающимся во время демографического перехода.

Смертность. Исключение рождаемости из числа факторов, обуславливающих рост народонаселения, заставляет предположить, что он связан со снижением смертности. Нелинейный вид правой части уравнения (2) свидетельствует о том, что мы имеем дело с коллективным эффектом. В самом деле, выживать в одиночку обычно сложнее, чем в коллективе, члены которого могут помогать друг другу. Поэтому основной причиной сокращения смертности является взаимопомощь, то есть форма коллективного поведения, повышающая шансы на выживание каждой отдельной особи.

В популяциях животных коллективное поведение выражается в стайной охоте и миграции, совместной защите от хищников и заботе о потомстве. Для человека спектр форм взаимопомощи становится намного шире, пополняясь передачей накопленного опыта от старшего поколения к молодому, обменом товарами и знаниями, а также возможностью профессиональной специализации и разделения социальных функций членов популяции. В отличие от животных люди не ограничены инстинктивными схемами коллективного поведения и вырабатывают гибкие формы взаимопомощи, эффективно используя имеющуюся численность. Рассмотрим для примера ситуацию встречи человека с крупным хищником. Если человек один, то он, скорее всего, будет съеден. Если собралось человек десять, часть из них разбежится и уцелеет. Сотня человек уже сумеет отбиться, для тысячи человек не составит труда организовать охрану своего поселения, а для десяти тысяч — сформировать отряды для охоты на зверя. Сто тысяч человек изведут всех его собратьев в округе, а если и не всех, то, дойдя числом до миллиона, переловят оставшихся для зоопарка. Иными словами, в зависимости от количества людей меняются их реакция на конкретную опасность и относительный уровень возможных потерь. Будь человек животным, описанная цепочка оборвалась бы где-то на десятке-сотне особей, но её можно легко продолжать вплоть до борьбы за сохранение хищника как вымирающего вида.

Формы коллективного поведения, доступные животным, предполагают конкретный перечень действий, для каждого из которых имеется оптимальный размер популяции. Взаимопомощь людей тем эффективнее, чем их больше. Человек разумен, вследствие чего способен расширять спектр видов взаимопомощи, адаптируя их к новым ситуациям и сокращая смертность по мере роста своей численности. В этом заключается принципиальное отличие человека от животных, которое можно

рассматривать как *определение разума на уровне вида*. Единственная задача любого биологического вида — приумножать свою численность, и человек справляется с этой задачей качественно лучше животных.

Увеличение количества людей, таким образом, обусловлено выживанием тех, кто умер бы в отсутствие взаимопомощи, а рост народонаселения, в свою очередь, приводит к дальнейшему усилению её роли и снижению смертности.

Концепция жизнеспасающих технологий. Высказанные соображения, хотя они и дают принципиальное объяснение феномена роста народонаселения, в неизменном виде не могут быть положены в основу демографической теории. Они применимы лишь для отдельной популяции и не допускают прямого обобщения на всё человечество, которое, будучи целостной системой, несводимо к сумме отдельных популяций. Кроме того, начиная с определённой численности сообщества непосредственная взаимопомощь его членов становится невозможной, так как человек способен участвовать лишь в ограниченном числе социальных связей.

Чтобы отдельные людские популяции могли составлять единое человечество, между ними должно быть какое-то взаимодействие, причём его переносчик должен перемещаться, легко преодолевая географические, политические и культурные барьеры и не расходуясь при взаимодействии. Необходимыми свойствами обладают только *технологии*, то есть знания, которые, будучи однажды обретенными, уже, как правило, не утрачиваются, так как их распространение и тиражирование даётся намного легче, чем создание.

Термин “технологии” здесь понимается предельно широко и включает в себя не только способы хозяйствования, но и государственное управление, воинское искусство, религиозные доктрины, средства коммуникаций, торговлю, медицину и вообще любые знания и навыки, которые могут быть использованы для спасения человека от смерти или продления его жизни. Такие знания и навыки предлагается именовать *жизнеспасающими технологиями*.

Жизнеспасающие технологии имеют принципиальное отличие как от информации вообще, так и от технологий в узкоинженерном смысле этого слова. Любая информация постепенно теряется (ни люди, ни материальные носители не вечны), и сохраниться могут только те знания, которые жизненно необходимы и потому постоянно используются и тем самым возобновляются. Именно отвечающие этому критерию знания и навыки относятся к жизнеспасающим технологиям. Касаясь всех и являясь делом каждого, они не требуют для своего создания и распространения какого-то специального механизма.

Прежде чем перейти к изложению теории глобального демографического процесса, опирающейся на представление о жизнеспасающих технологиях, необходимо высказать одно простое соображение. Учёт деталей при рассмотрении любой задачи целесообразен лишь в той мере, в какой мы знаем фундаментальные закономерности. Соответственно, при поиске этих закономерностей от деталей можно и должно отрешиться. Характеризуя популяцию только её численностью n и не принимая во внимание ни различия людей по возрасту и полу, ни пространственную структуру их расселения, мы аналогичным — огрублённым — образом будем описывать и жизнеспасающие технологии, считая, что уровень их развития может быть охарактеризован одним числом p . При этом вопрос о том, как определить его значение на основе каких-либо данных об имеющихся технологиях, ставиться не будет.

Жизнеспасающие технологии создаются людьми в процессе их повседневной деятельности, осуществляемой на основе уже имеющихся технологий. Соответственно, скорость их появления можно описать кинетическим уравнением

$$\dot{p} \sim pn. \quad (4)$$

Следует предостеречь от суженной трактовки уравнения (4) как результата деятельности исключительно “изобретателей” — людей, составляющих определённую часть населения и специализирующихся на совершенствовании технологий. Профессиональная специализация сама по себе является жизнеспасающей технологией, развитие которой выражается в изменении доли таких людей. Распространение новых технологий из активно развивающихся центров также следует рассматривать как жизнеспасающую технологию, снимающую необходимость повторно изобретать одно и то же в разных местах или дожидаться, пока местных жителей вытеснят носители передовых технологий. Наконец, освоение новых территорий и расширение ареала обитания — это тоже результат технологического развития, позволяющий обживать земли, которые ранее были недоступны или непригодны для обитания.

Технологический императив. В дикой природе средняя численность любого вида животных определяется размером занимаемой им *экологической ниши*, то есть тем количеством особей, выживание которых может *обеспечить* вмещающая данный вид территория.

Аналогичным образом численность человечества определяется размером созданной им *технологической ниши*, то есть количеством людей, которые могут быть *востребованы* созданными технологиями:

$$n = f(p). \quad (5)$$

Данное утверждение, постулирующее первичность технологических факторов по отношению к демографическим, назовём *технологическим императивом*, рассматривая его как принципиальную конкретизацию демографического императива.

Запись формулы (5) в виде алгебраического, а не дифференциального уравнения означает, что при изменении размера ниши подстройка численности происходит очень быстро, поэтому можно считать, что между n и p имеется функциональная связь.

В нормальной ситуации численность людей, выживание которых обеспечивается данными жизнеспасающими технологиями, совпадает с тем числом людей, которое необходимо для их функционирования. Если в силу действия каких-либо возмущающих факторов имеющиеся технологии более не могут обеспечить выживания всех востребованных ими людей, приходится отказываться от наименее эффективных и наиболее трудоёмких технологий, сокращая размер технологической ниши. Обратная ситуация, когда обеспечивается выживание большего числа людей, чем может быть востребовано, разрешается посредством значительных исторических событий (войны, смуты, крестовые походы, массовая миграция и т.п.), приводящих число живущих людей в соответствие с размером технологической ниши.

И структура технологий, и система расселения людей по своей природе иерархичны, а сами технологии и поселения масштабируемы в диапазоне нескольких порядков величины. Поэтому естественным представляется предположение, что в фазе роста ни одна из входящих в формулу (5) переменных не имеет характерных значений и, следовательно, функция $f(p)$ однородна, то есть

$$n \sim p^\gamma. \quad (6)$$

Дифференцирование формулы (6) с последующим исключением переменной p посредством формулы (4) приводит к квадратичной зависимости скорости роста от населения вида (2), ранее полученной на основе анализа демографических данных. Таким образом, данная зависимость обусловлена технологической природой роста.

Естественная шкала технологий и пределы роста. Система уравнений (4)–(6) инвариантна относительно невырожденных преобразований вида

$$p \rightarrow \mu p^\nu, \quad (7)$$

допускающих большую свободу выбора *шкалы измерения* жизнеспасающих технологий. Можно

подобрать такие значения параметров μ и ν , что система примет вид

$$\dot{p} = pn/C, \quad (8)$$

$$n = Cp \quad (9)$$

с одним и тем же параметром C , допускающим двоякую интерпретацию.

Во-первых, как следует из формулы (8), величина C , равная количеству человеко-лет, необходимо людям для увеличения своего технологического уровня в e раз в условиях постоянной численности, определяет цену прогресса. А во-вторых, формула (9) позволяет трактовать C как *ёмкость технологической ниши* — коэффициент пропорциональности между уровнем развития технологий и востребованной ими численностью населения.

Величина p допускает ещё больше интерпретаций. Исключив с помощью формулы (9) переменную n из закона роста населения (1), получаем закон роста технологий

$$p(t) = 1/\Delta t, \quad (10)$$

позволяющий интерпретировать их уровень как обратную постоянную времени. То есть именно технологическое развитие определяет сжатие исторического времени, ускоряющегося по мере приближения к моменту обострения.

Исключив из системы уравнений (8)–(9) не численность населения n , а константу C , приходим к выражению

$$\dot{n} = p \cdot n, \quad (11)$$

объясняющему, почему гиперболический закон вида (1) оказывается применимым, по крайней мере приближённо, к численности населения не только всего мира, но также отдельных регионов и даже стран. Если с некоторой долей условности допустить, что они характеризуются тем же самым технологическим уровнем, что и мир в целом, то для них скорость роста населения линейно зависит от его численности с одним и тем же коэффициентом (10).

Наконец, формула (11) может рассматриваться как уравнение мальтузианского роста с темпами

$$p = b - d,$$

где b и d — общие коэффициенты рождаемости и смертности. Считая в фазе роста рождаемость неизменной, можно записать

$$b = b_0 = d_0,$$

где ноль в нижнем индексе показывает значения коэффициентов на момент начала роста, когда смертность ещё уравнивала рождаемость. Таким образом,

$$p = d - d_0, \quad (12)$$

то есть уровень развития жизнеспасающих технологий равен достигнутому благодаря им уменьшению коэффициента смертности. Другими словами, шкала, выбранная из соображений простоты уравнений, оказывается для жизнеспасающих технологий естественной. Вместо того чтобы пытаться учесть весь массив технологий и все возможные их взаимосвязи, мы измеряем уровень технологического развития по производимому эффекту, то есть по доле людей, которых удастся спасти от смерти в единицу времени.

Данный результат оправдывает предположение о возможности охарактеризовать различные аспекты технологического развития одним числом. Как деньги играют в экономике роль естественного скаляризатора, сводящего матрицу меновых стоимостей к вектору цен, точно так же жизнеспасающие технологии выступают в качестве естественного скаляризатора, сводя все виды человеческой деятельности к количеству сохранённых жизней.

Формула (12) позволяет объяснить причины демографического перехода и оценить *пределы* технологического и демографического роста p_∞ и n_∞ . Основываясь на кривой выживания шимпанзе [8], являющегося нашим ближайшим родственником среди ныне существующих видов, величину коэффициента смертности первобытного человека можно оценить как $d_0 \approx 0,06 \text{ год}^{-1}$.

Предельный коэффициент смертности можно ориентировочно оценить как $d_\infty \approx (0,01 \pm 0,01) \text{ год}^{-1}$, где базовое значение соответствует уровню, к которому эта величина приближается сейчас в наиболее развитых странах, а разброс буквально описывает диапазон “от зверя до бога”. Если бы при возникновении вида *Homo sapiens* максимальная продолжительность жизни наших предков осталась на обезьяньем уровне (примерно 50 лет [8]), а не увеличилась вдвое, то мы бы имели для погрешности знак “плюс”, а если люди когда-нибудь станут бессмертными, как боги, то мы возьмём для неё знак “минус”.

Таким образом, предел развития жизнеспасающих технологий составляет $p_\infty = d_0 - d_\infty \approx (0,05 \pm 0,01) \text{ год}^{-1}$. Его наличие ни в коем случае не ограничивает возможность технологического развития вообще. Однако создаваемые технологии становятся всё менее эффективными (по отношению, скажем, к их экономической значимости или

инженерной сложности) с точки зрения спасения жизней и тем самым вносят всё меньший вклад в величину p .

Как следует из формулы (9), предельная численность человечества составляет $n_{\infty} = Cp_{\infty} \approx (10 \pm 2)$ млрд. человек. Подчеркнём, что конкретное значение и даже само существование этой величины никак не связано с какими бы то ни было ограничениями материального плана, но обусловлено исключительно природой демографического процесса. В силу невозможности опустить смертность ниже нуля, человек не может развить жизнеспасающие технологии, которые востребовали бы большее число представителей вида. К исчерпанию близятся не запасы полезных ископаемых, жизненного пространства или неосвоенных рынков, а возможности снижения смертности, то есть тот единственный ресурс, освоение которого и обеспечивало прогресс цивилизации.

ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА

В предыдущем разделе было показано, почему и как увеличивается численность населения, а также почему рост прекращается, но не говорилось о том, как именно это происходит. К сожалению, пока не сформулированы те первые принципы, из которых можно было бы строго вывести формулы, описывающие демографический переход. Поэтому вместо построения математической модели данного явления можно попытаться предложить только феноменологическую модель: угадать факторы, являющиеся ключевыми, необходимыми для такой модели, получив для них на основании общих соображений такие формулы, которые обеспечили бы согласие с реальностью. При этом мы будем руководствоваться *принципами соответствия* и *простоты*, то есть новая модель должна сводиться к старой при описании фазы роста и привлекать минимальное количество дополнительных параметров для описания демографического перехода.

Построение модели. Существенными обстоятельствами, без отражения которых модель не сможет претендовать на адекватность, представляются наличие естественного предела технологического развития и изменение возрастной структуры населения в результате снижения смертности.

Для учёта первого фактора мы модифицируем уравнение (8), записав его в виде

$$\frac{dp}{dt} = \frac{pn}{C} \cdot \left(1 - \frac{p}{p_{\infty}} \right). \quad (13)$$

Такая запись не использует дополнительных параметров, то есть является простейшей, обеспечивающей ограниченность технологического роста.

Кроме принципа простоты, нет никаких причин, почему в формуле (13) нельзя было бы, скажем, возвести скобку целиком или тем более вычитаемое в некоторую степень. (Напомним, что изначально технологический уровень был определён с точностью до произвольного преобразования вида (7), так что возведение его величины в степень представляется вполне естественной операцией.) Однако удовлетворительное совпадение поведения модели с демографическими данными делает подобные усложнения излишними.

Второй из названных выше факторов сказывается на зависимости размера технологической ниши от уровня технологий. В результате формула (9) получает дополнительный множитель

$$n = Cp \cdot g(p), \quad (14)$$

где функция $g(p)$ имеет вид S -образной кривой, плавно изменяющей своё значение от одного константного уровня до другого. Тем самым учитывается переход от *треугольной возрастной пирамиды* к *прямоугольной*. Треугольная возрастная пирамида обусловлена высокой смертностью во всех возрастных категориях, из-за чего их численность быстро сокращается от предшествующих к последующим. По мере снижения смертности действие её причин отодвигается к старшим возрастам, в силу чего доля людей, переживших детство, юность и даже зрелость, приближается к единице, а почти все смерти приходится на старость, что и выражается в прямоугольной форме возрастной пирамиды.

Уровень жизнеспасающих технологий изменяется изменением общего коэффициента смертности, достигнутым в результате их развития, поэтому его значение для конкретных возрастных категорий (детства и юности) можно приблизить линейной функцией p , параметры которой для простоты будем считать постоянными. Тогда вероятность пережить эти возраста (и дожить до зрелости) будет зависеть от p экспоненциальным образом. При этом изменение числа выживших приближённо описывается дробно-линейной функцией этой вероятности

$$g(p) = 1 + \frac{a}{1 + e^{-\alpha(p/p_{\infty} - \beta)}}, \quad (15)$$

имеющей три параметра, что является очевидным минимумом, так как при описании любого перехода необходимо указать, *в какой момент* (β), *как быстро* (α) и *на сколько* (a) происходит изменение. Обращаясь в данном случае к принципу простоты, будем считать описывающую переход функцию (15) симметричной, чтобы не вводить дополнительных параметров для учёта асимметрии.

Анализ модели. Как видно из таблицы 1, значения параметров C и n_∞ , найденные посредством подгонки предсказаний модели (13)–(14)–(15) к реальным данным (см. далее), оказываются близки к значениям этих величин, использовавшимся в модели (8)–(9). В то же время эти модели характеризуются заметно различающимися значениями параметра p_∞ . Данное обстоятельство обусловлено тем, что трактовка жизнесберегающих технологий и количественное определение их уровня существенным образом зависят от используемой модели.

Уменьшение величины p_∞ связано с возрастающим характером функции (15), означающим рост ёмкости технологической ниши во время демографического перехода, что составляет суть этого явления с точки зрения технологического императива. Изменение возрастной структуры приводит не к уменьшению числа востребованных технологиями людей за счёт возрастания доли взрослых, как можно было бы ожидать, а к возможности для “лишних” взрослых найти себе место в технологической нише. Ранее такие люди просто не могли появиться в популяции, поэтому не существует и механизмов их исключения или предотвращения их появления, хотя весьма вероятно, что в будущем подобные механизмы возникнут. В последнем случае сценарий стабилизации численности человечества сменится сценарием её убывания, а значит, потребуется доработка модели. Однако сегодня нет наблюдательных данных, свидетельствующих о смене сценария по миру в целом, а демографическая динамика отдельных стран искажается процессами миграции.

Переход от линейной формулы (9) к нелинейной (14) размывает физический смысл величины C . Она более не может однозначно интерпретироваться как постоянная ёмкость технологической ниши. Вместо неё уместно ввести две функции ёмкости — интегральной и дифференциальной ёмкости:

$$C_{\text{int}}(p) = \frac{n}{p} = C \cdot g(p),$$

$$C_{\text{diff}}(p) = \frac{dn}{dp} = C \cdot [g(p) + pg'(p)],$$

динамика которых представлена на рисунке 4. Демографический переход сопряжён с кратковременным взлётом значения дифференциальной ёмкости, хотя она имеет те же асимптотические пределы, что и интегральная — обе функции по ходу прогресса изменяются от C до $C(1+a)$. Однако если интегральная ёмкость описывает монотонное увеличение размера технологической ниши, то дифференциальная показывает, как и когда происходила перестройка возрастной структуры населения.

Таблица 1. Параметры моделей демографических роста и перехода

Величина	Рост	Переход	Единица
C	200	190,1	млрд. чел. • год
n_∞	10	10,16	млрд. чел.
p_∞	0,05	0,0354	год ⁻¹
n_∞/C		0,0535	
a	—	0,510	
α	—	21,12	
β	—	0,376	
t_f	2025	2023,5	г.

Поскольку $\alpha \gg 1$ (см. табл. 1), экспонента в формуле (15) пробегает практически всю положительную полуось. Поэтому модель легко может быть исследована в предельных случаях, когда функция $g(p)$ примерно постоянна: $g(p) \approx 1$ при $p \ll \beta p_\infty$ и $g(p) \approx 1 + a$ при $p \gg \beta p_\infty$. В первом случае модель ожидаемо сводится к уравнению (2), а во втором — упрощается до уравнения

$$\frac{dn}{dt} = \frac{n^2}{C} \cdot \left(1 - \frac{n}{n_\infty}\right),$$

где $n_\infty = Cp_\infty \cdot (1+a)$. Неявное решение этого уравнения может быть найдено аналитически:

$$\frac{n_\infty}{n(t)} + \ln \left(\frac{n_\infty}{n(t)} - 1 \right) = \frac{\Delta t}{\tau},$$

что даёт экспоненциальный асимптотический режим при $n \rightarrow n_\infty$

$$n_\infty - n(t) \cong n_\infty (1 - e^{\Delta t / \tau - 1}), \quad (16)$$

с характерным временем $\tau = C / n_\infty$.

Наличие в модели большого безразмерного параметра α требует отдельных пояснений. Наиболее вероятным представляется предположение, что его возникновение обусловлено радикальным изменением возрастной структуры смертности, произошедшим в XX в. Хотя она сокращалась во всех возрастах, коэффициент младенческой смертности с какого-то момента падал существенно быстрее коэффициента общей смертности. А в послевоенное время их отношение сокращалось в 2 раза каждые 16 лет. И если до конца XIX в. в развитых странах, по которым доступны длинные ряды демографических показателей [9], младенческая смертность

Ёмкость технологической ниши, млрд. человеко-лет

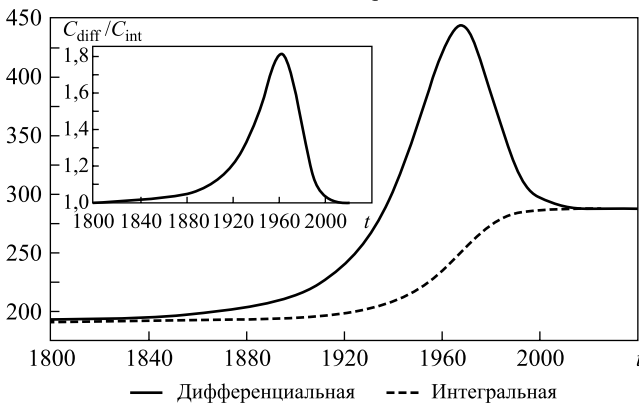


Рис. 4. Ёмкости технологической ниши

На врезке — отношение интегральной и дифференциальной ёмкостей, всплеск которого отмечает период сильной нелинейности в зависимости численности населения от уровня технологий

была примерно на порядок выше общей, то в начале XXI в. она стала на полпорядка ниже.

Альтернативные модели. Ранее различными авторами уже предпринималось несколько попыток построить феноменологические модели демографического перехода. Наиболее известны среди них модели Капицы [3, 4] и Коротаева–Малкова–Халтуриной (КМХ) [10], которые целесообразно также описать и кратко проанализировать до сопоставления всех результатов с реальностью. Для этих моделей была выполнена такая же подгонка к реальным данным, что и для модели, предлагаемой в настоящей работе. Чтобы поставить все модели в одинаковые условия, приводимые

Таблица 2. Параметры модели С. П. Капицы

Величина	Модель	Подгонка	Единица
n_{∞}	12,92	12,34	млрд. чел.
t	45,0	43,7	год
t_f	2005	2000	г.

Таблица 3. Параметры модели Коротаева–Малкова–Халтуриной

Величина	Модель	Подгонка	Единица
n_{∞}	8,50	9,43	млрд. чел.
n_{\min}	142	129	млн. чел.
z	0,755	0,695	
τ	18,1	17,8	год
t^*	1999	2008	г.
$s(t^*)$	8,78%	9,69%	год ⁻¹

далее графики построены с использованием именно таких значений параметров (табл. 2, 3). Значения, предложенные авторами моделей, приводятся в таблицах исключительно для справки.

Модель Капицы. С.П. Капица из соображений простоты формул предложил следующую феноменологическую зависимость скорости роста населения от его численности:

$$\frac{dn}{dt} = \frac{n_{\infty}}{\tau} \cdot \frac{1}{\pi} \sin^2 \pi \frac{n}{n_{\infty}}, \quad (17)$$

переходящую в уравнение (2) при $n \ll n_{\infty} = \pi C/\tau$. Точное решение уравнения (17) может быть записано явным образом и имеет вид

$$n(t) = \frac{n_{\infty}}{\pi} \operatorname{arccctg} \frac{\Delta t}{\tau}.$$

При $n \ll n_{\infty}$ оно превращается в закон роста (1), а асимптотическое поведение решения при $n \rightarrow n_{\infty}$ даётся аналогичной безмасштабной формулой

$$n_{\infty} - n(t) \cong C/\Delta t. \quad (18)$$

Модель КМХ. А.В. Коротаев, А.С. Малков и Д.А. Халтурина предложили модель, которая сводится к системе уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dn}{dt} = n \cdot s \cdot \left(1 - (n/n_{\infty})^z\right) \\ \frac{ds}{dt} = \frac{s}{\tau} \cdot n/n_{\infty} \end{cases}, \quad (19)$$

где переменная s характеризует экономическое развитие в условных единицах, τ — некоторая постоянная времени, z — нетривиальный показатель, величина которого авторами модели не поясняется, а природа предельной численности n_{∞} связывается ими с достижением населением 100%-ной грамотности.

Система (19) может быть решена в квадратурах делением первого её уравнения на второе:

$$\tau \cdot ds = \frac{dn/n_{\infty}}{1 - (n/n_{\infty})^z}.$$

И хотя данное уравнение не интегрируется в элементарных функциях, легко находятся решения для предельных случаев.

При $n \ll n_{\infty}$ величины s и n связаны просто линейной зависимостью

$$n = n_{\min} + n_{\infty} \tau s,$$

где n_{\min} — численность населения при нулевом экономическом развитии.

Подстановка этой формулы в первое уравнение системы показывает, что в пределе малой численности она переходит в уравнение (2) только при специальном подборе параметров (при $n_{\min} = 0$). Нарушение моделью КМХ принципа соответствия приводит к тому, что она де-факто трактует демографический рост как пороговый эффект. Темп прироста населения, примерно равный s , при $n < n_{\min}$ должен был бы быть отрицательным в силу отрицательности s .

Примечательно, что если бы реальный рост населения не отклонялся от закона (1), население достигло бы численности n_{\min} в середине VI в. при авторских и в начале VII в. при подгонных параметрах. Реально же эта численность была достигнута чуть раньше — в конце старой эры. Из того, что n_{\min} превышает n_0 более чем на три порядка (таблица 3 и формула (3)), можно заключить, что модель КМХ способна описывать лишь очень малый отрезок демографического процесса.

В другом пределе — при $n \rightarrow n_{\infty}$ — решение системы тоже может быть получено в элементарных функциях и подчиняется формуле

$$n_{\infty} - n(t) \sim e^{-e^{\frac{t-t^*}{\tau}}}, \quad (20)$$

означающей столь стремительное приближение населения к асимптоте, что в численных расчётах его выход на константу можно считать происходящим за конечное время. И случиться это должно уже в первой половине XXI в., что представляется абсолютно нереалистичным. Кроме того, s продолжает экспоненциальный рост с характерным временем τ , то есть экономическое развитие не прекращается после остановки демографического роста, что означает принципиальное отличие величины s от уровня жизнеспасающих технологий p .

Определение параметров моделей. Для подбора параметров моделей рассматривается зависимость темпа прироста населения от его численности. Использовать в качестве аргумента дату нецелесообразно из-за исключительной временной неравномерности демографического процесса. Темп прироста, напротив, отличается наименьшим диапазоном изменения (имеющиеся данные укладываются менее чем в два порядка), что максимально уравнивает значимость разных участков графика. Кроме того, выбранная пара величин выгодно отличается от всех прочих пониженной чувствительностью к разным флуктуациям, которыми изобилует фаза роста (изменения климата, войны, эпидемии, переселения народов). Поскольку в период роста темп прироста населения был приблизительно пропорционален его численности, такие воздействия лишь сдвигают точки вдоль графика, в минимальной степени нарушая его вид.

Учитывая, что процедура численного дифференцирования неустойчива, а результаты подгонки многопараметрических моделей могут быть весьма чувствительны к используемому эталону, опишем методику его получения в деталях.

Подробные демографические данные по всему миру до середины XX в. отсутствуют. Поэтому для построения реальной зависимости темпов прироста от численности населения использовался временной ряд численности, взятый из работы [1]. В связи с тем, что точки здесь весьма редки, а диапазон изменения величин и их погрешности чрезвычайно широк, использовался следующий метод фильтрации. Рассматривалась зависимость численности населения от времени до момента обострения в двойных логарифмических координатах

$$\ln n(t) = h(\ln \Delta t),$$

аналогичная показанной на рисунке 3. Дифференцирование этой зависимости выражает темп прироста населения через её локальный наклон

$$\frac{1}{n} \frac{dn}{dt} = \frac{h'(\ln \Delta t)}{\Delta t},$$

который определялся с помощью линейной регрессии по пяти точкам. Соответствующие значения n и Δt рассчитывались усреднением логарифма по тем же точкам и потенцированием результата.

Начиная с середины XX в. появляется регулярная демографическая статистика. В настоящей работе использовались ежегодные данные Бюро переписи населения США (Бюро цензов) [2] о мировом населении и прогноз его динамики в период 1950–2050 гг. Темп прироста определялся как угловой коэффициент линейной регрессии, описывающей зависимость $\ln n$ от t в 15-летнем окне, а в качестве оценки численности населения бралась её величина из середины окна. Как можно видеть на рисунке 5, к 1950 г. графики темпов, полученные обоими способами, оказываются достаточно близкими, что позволяет сшить их в этой точке. Для исключения краевых эффектов данные Бюро цензов до 1950 г. были экстраполированы линейной регрессией на основе ряда М. Кремера, а прогнозы темпов прироста после 2050 г. — линейной регрессией по времени. Различия между графиками, полученными в 5- и 15-летнем окнах, определяет требования по точности, которые следует предъявлять к моделям. Отклонение темпов от реальности $< 0,05\%$ пункта следует считать хорошим результатом, а $< 0,1\%$ пункта — удовлетворительным.

Сравнение моделей. Разительные — качественные и количественные — отличия моделей Капицы

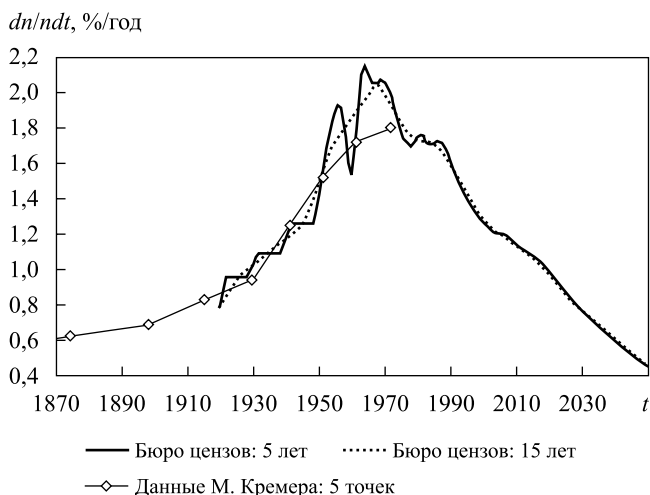


Рис. 5. Сшивка графиков темпов прироста населения

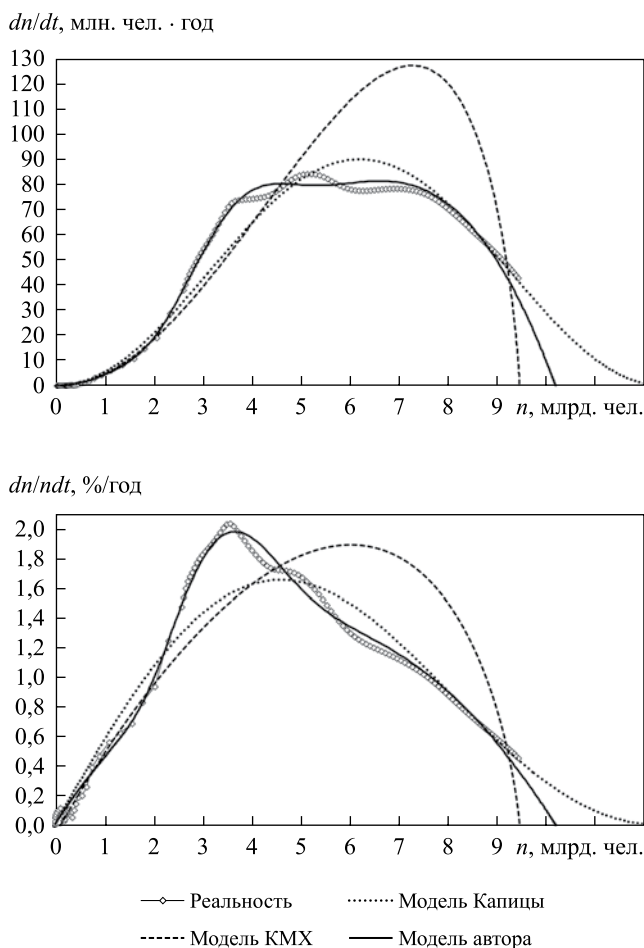


Рис. 6. Сравнение фазовых портретов различных феноменологических моделей демографического перехода

Вверху — скорость роста населения в зависимости от его численности, внизу — темп прироста

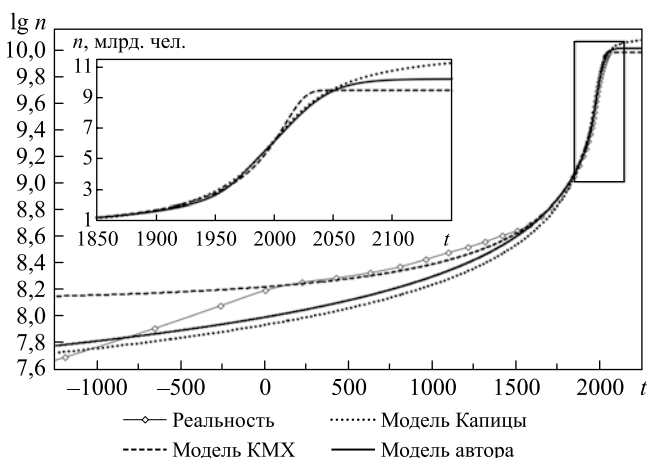


Рис. 7. Сравнение динамики населения по разным моделям

и КМХ как от реальности, так и от модели автора, представленные на рисунке 6, заставляют отдать предпочтение последней. Только она может воспроизвести такие важные особенности демографической динамики, как постоянство среднегодового прироста населения на широком диапазоне его значений, прохождение которого увеличивает человечество примерно на 4 млрд. человек, и отчетливо выраженный максимум зависимости темпов прироста населения от его численности, достигаемый при ещё сравнительно небольшом её значении в 3,5 млрд. человек.

Также обращает на себя внимание принципиально разный вид кривых в правых частях графиков, которые для модели Капицы подходят к оси ординат горизонтально, для модели КМХ — вертикально, а для предлагаемой модели — под некоторым нетривиальным углом. В ней население приближается к асимптотическому пределу n_{∞} с характерным временем, которое имеет конечное значение (формула (16)), тогда как в модели Капицы оно бесконечное (формула (18)), а в модели КМХ эффективно нулевое (формула (20)). С этой точки зрения, поведение классических моделей следует считать вырожденным.

На рисунке 7 демонстрируется зависимость численности населения от времени (масштаб 3,5 тыс. лет). На большей части графика на численности населения сильнее сказываются флуктуации, а не его естественный рост, а на той меньшей части, где флуктуации уже незначительны, рост столь значителен, что его особенности практически неразличимы. Все рассмотренные модели для XIX–XX вв. обеспечивают удовлетворительное приближение реальных данных. А модель КМХ согласуется с ними на протяжении всей новой эры, включая римский (I–IV вв.)

и средневековый (X–XIII вв.) климатические оптимумы, девиантный характер численности населения во время которых отчётливо виден на рисунке 3. Модели Капицы и автора не могут так хорошо воспроизводить последствия климатических флуктуаций и дают сильно заниженные значения численности во время климатических оптимумов, но лучше отслеживают общий тренд. На врезке в увеличенном виде представлен обведённый рамкой фрагмент рисунка, охватывающий три столетия. В течение первых двух из них, в которые укладывается демографический переход почти для всех стран мира, предсказания моделей Капицы и автора практически не отличаются от реальности, тогда как в модели КМХ населению приходится расти слишком быстро, чтобы успеть выйти на константу за конечное время, что приводит к заметным отличиям предсказаний этой модели от реальности. По прогнозу постпереходной динамики модель автора занимает промежуточное положение между двумя другими, предсказывая не столь быстрое прекращение роста населения, как модель КМХ, и не столь большую его предельную численность, как модель Капицы.

* * *

Проведённое исследование позволяет заключить, что рост народонаселения обусловлен расширением технологической ниши человечества вследствие развития жизнесберегающих технологий. В простейшем приближении мерой этих технологий служит достигнутое за счёт их действия сокращение коэффициента смертности. Его приближение к естественным пределам ограничивает возможности дальнейшего увеличения людской численности, а тем самым и того способа развития, который человек практиковал с момента своего выхода из животного мира. История, какой мы её знаем, близится к концу, что грозит стать самым жестоким кризисом из тех, с которыми до сих пор сталкивалась цивилизация.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 15-01-07944-а) и Российского гуманитарного научного фонда (проект 15-03-00404-а).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Kremer M.* Population growth and technological change: One million B.C. to 1990 // *Q. J. Econ.* 1993. V. 108. P. 681–716.
2. Total midyear population for the world: 1950–2050. URL: <https://www.census.gov/population/international/data/idb/worldpoptotal.php> (дата обращения 03.02.2016).
3. *Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г.* Синергетика и прогнозы будущего // *Кибернетика: неограниченные возможности и возможные ограничения* / Отв. ред. И.М. Макаров. М.: Наука, 1997.
4. *Капица С.П.* Сколько людей жило, живёт и будет жить на Земле. Очерк теории роста человечества. М.: Международная программа образования, 1999.
5. *Foerster H. von, Mora P.M., Amiot L. W.* Doomsday: Friday, 13 November, A.D. 2026 // *Science*. 1960. V. 132. P. 1291–1295.
6. *Cohen J.E.* How many people can the Earth support? New York-London: W. W. Norton & Company, 1995.
7. Historical estimates of world population. URL: https://www.census.gov/population/international/data/worldpop/table_history.php (дата обращения — 11.08.2006).
8. *Ичас М.* О природе живого: механизмы и смысл. М.: Мир, 1994.
9. Длинные ряды демографических показателей за 250 лет. URL: http://demoscope.ru/weekly/app/long_industr.php (дата обращения — 24.03.2016).
10. *Коротаев А.В., Малков А.С., Халтурина Д.А.* Законы истории: Математическое моделирование развития Мир-Системы. Демография, экономика, культура. Изд. 2-е, испр. и доп. / Отв. ред. Н.Н. Крадин. М.: КомКнига, 2007.

ТОЧКА
ЗРЕНИЯ

ГРАЖДАНСКОЕ ОБЩЕСТВО В СЕТЯХ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

© 2017 г. В.К. Левашов^а, В.К. Сарьян^б

^а Институт социально-политических исследований РАН, Москва, Россия

^б Научно-исследовательский институт радио, Москва, Россия

E-mail: levachov@mail.ru; sarian@niir.ru

Поступила в редакцию 12.05.2016 г.

В статье исследуется влияние новых информационно-коммуникационных технологий на структуру и характер социальных отношений в гражданском обществе. Авторы обращают внимание на то, что внедрение этих технологий пока не приводит к укреплению социальной солидарности. Как снизить социальные риски, минимизировать тенденцию к дезинтеграции и сократить продолжающийся рост численности социально незащищённых граждан в условиях динамичного развития и распространения ИКТ? Авторы рассматривают возможные социальные последствия внедрения информационно-коммуникационных технологий, причины негативных тенденций и подходы к их преодолению.

Ключевые слова: информационное общество, информационно-коммуникационные технологии, гражданское общество, цифровое неравенство, социальные риски, социальный парадокс ИКТ, устойчивое развитие общества, стандарты ИКТ.

DOI: 10.7868/S0869587317060056

Мы переживаем самый опасный момент в развитии человечества. В настоящее время мы владеем технологиями уничтожения планеты, на которой мы живём, но ещё не обладаем способностями для того, чтобы избежать этого.

Стивен Хокинг. 1 декабря 2016 г.

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) стремительно объединяют весь мир в единый, сложный, противоречивый и неоднородный глобальный социум. Количес-

венные и качественные показатели многообразия этого макросоциального организма возрастают по мере экспоненциального умножения массивов и скорости передачи информации и диверсификации экономических, политических, социальных, межличностных и других коммуникаций. Растёт число публикаций по проблемам развития информационного общества и ИКТ. Количество ссылок по ключевым словам в Интернете достигло 14 млн. В то же время социальные последствия влияния ИКТ на гражданское общество пока остаются вне общего фокуса внимания исследователей. Абсолютизация возможностей ИКТ породила гипотезу о возникновении *нетократии* (дословно – власть сети) – новой формы управления обществом, с помощью которой якобы можно контролировать распространение достоверной информации и получить власть над материальным миром [1]. Внедряя при поддержке государства всё новые ИКТ, компании IT-индустрии стремятся доказать, что каждый виток их развития автоматически приводит



ЛЕВАШОВ Виктор Константинович – доктор социологических наук, руководитель Аналитического центра стратегических социально-политических исследований ИСПИ РАН. САРЬЯН Вильям Карпович – академик НАН Республики Армения, научный консультант НИИР.

к общественному прогрессу. Основное внимание уделяется демонстрации сокращения так называемого цифрового неравенства, которое обычно измеряется количеством пользователей, подключённых к широкополосному Интернету и мобильной телефонии (рис. 1).

С 1999 по 2013 г. количество интернет-пользователей в мире увеличилось в 10 раз. В 2005 г. их численность достигла 1 млрд., в 2010 г. — 2 млрд., в 2014 г. — 3 млрд. Сейчас подключение к Интернету имеют около 40% мирового населения, в то время как в 1995 г. их было меньше 1%.

ИКТ КАК ФАКТОР СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ТРАНСФОРМАЦИЙ

В современном мире коммуникация и логистика, опосредованные ИКТ, становятся решающими факторами экономического и социального развития отдельной личности и общества в целом. Коренным образом меняется и политическая коммуникация. Технологически стало возможным включить каждого члена общества в демократические процессы управления. Информационно-коммуникационные технологии ускорили и интенсифицировали процессы социализации государства и этатизации общества.

Воздействие ИКТ на общество и их технологический, социально-экономический и политический эффект можно сравнить с изобретением колеса или

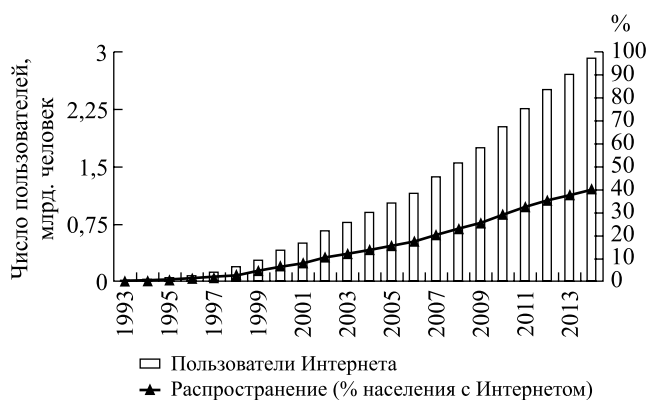


Рис. 1. Рост числа пользователей глобальной сети Интернет в 1993–2014 гг.

Источник: <http://www.internetlivestats.com/internet-users/#trend>

паруса. Внедрение ИКТ приводит к фундаментальным изменениям в экономическом базисе и социально-политическом укладе общества. Происходит замена механических, электрических и электромеханических средств производства и коммуникации на электронные. Параллельно с этим динамично протекают процессы массового распространения, миниатюризации и акселерации компьютерной техники. Фундаментальные знания и НИОКР в сфере ИКТ стали основным конкурентным преимуществом развитых стран, и они не стремятся им делиться. В соответствии со стратегией развития современного либерального конкурентного мира

Уровень ВВП на душу населения в мире и основных регионах, долл.

Регион	1000	1500	1820	1870	1913	1950	1973	2001	2030
Западная Европа	400	771	1204	1960	3458	4579	11 416	19 256	30 503
Запад без Западной Европы и Японии	400	400	1202	2419	5233	9268	16 179	26 943	43 400
Япония	425	500	669	737	1387	1921	11 434	20 683	32 774
Запад	405	702	1109	1882	3672	5649	13 082	22 509	35 932
Азия (без Японии)	450	572	577	550	658	634	1226	3256	9914
Латинская Америка	400	416	692	681	1481	2506	4504	5811	8949
Восточная Европа и бывший СССР	400	498	686	941	1558	2602	5731	5038	10 921
Африка	425	414	420	500	637	894	1410	1489	1987
Мир без Запада	441	538	578	606	860	1091	2072	3372	8304
Мир	436	566	667	875	1525	2111	4091	6049	11 683
Максимальное соотношение между регионами	1,1:1	1,9:1	2,9:1	4,8:1	8,2:1	14,6:1	13,2:1	18,1:1	21,842:1
Соотношение между Западом и остальным миром	0,9:1	1,3:1	1,9:1	3,1:1	4,3:1	5,2:1	6,3:1	6,7:1	4,3:1

Примечание. Запад в интерпретации А. Мэддисона — это Западная Европа, США, Канада, Австралия, Новая Зеландия и Япония.

Источники: http://www.ggd.net/Maddison/articles/world_development_and_outlook_1820–1930_evidence_submitted_to_the%20house_of_lords.pdf; http://www.ggd.net/Maddison/other_books/Growth_and_Interaction_in_the_World_Economy.pdf

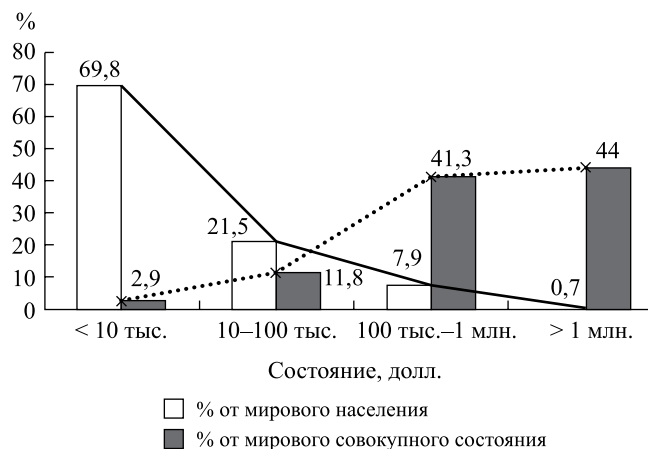


Рис. 2. Глобальное денежно-имущественное расслоение населения

Источник: Credit Swiss Global Wealth Databook 2014.

передовые страны не заинтересованы в повышении технологического уровня отстающих соседей.

Бизнес-сообщество и население развитых стран используют достижения ИКТ в том числе с тем, чтобы повысить уровень своего комфорта, уже не представляя повседневную жизнь без современных средств коммуникации. Качество жизни “золотого миллиарда”, с точки зрения остальной части населения земного шара, выглядит привлекательно, люди видят в подключении к широкополосному Интернету, мобильному телефону или другим устройствам пропуск в будущее социальной гармонии. На самом деле дифференциация населения мира по уровню ВВП и денежно-имущественному состоянию продолжает усиливаться (табл.)

Как видно из представленных данных, по прогнозам специалистов, несмотря на общий технический прогресс и динамичное развитие ИКТ, к 2030 г. тенденция к увеличению разрыва в уровнях ВВП на душу населения между регионами сохранится и усилится.

Глобальное социальное неравенство достигло беспрецедентного в истории уровня. Богатейшие 10% населения контролируют 84% мировых активов. В среднем эти активы в 47 раз больше активов остальных 90% населения планеты. По оценкам экспертов, офшорные финансовые средства наиболее обеспеченных “граждан мира” составляют от 21 до 32 трлн. долл., что в 1,4–2,1 раза больше ВВП Евросоюза и в 10 раз больше ВВП России; 9 трлн. долл. из этих активов принадлежат 92 тыс. человек [2].

Денежно-имущественное расслоение населения планеты (накопленное богатство) по четырём группам (до 10 тыс. долл.; 10–100 тыс. долл.; 100 тыс.–1 млн. долл.; более 1 млн. долл.) к настоящему моменту приняло крайне неустойчивое

поляризованное состояние, и его многовековые тенденции, по сути, перечёркивают перспективу социального благополучия (рис. 2).

Менее процента взрослого населения планеты (0,7% – 35 млн. человек) владеют и распоряжаются 44% совокупного мирового состояния (115,9 трлн. долл.); 7,9% (375 млн. человек) – 41,3% (108,6 трлн. долл.); 21,5% (1010 млн. человек) – 11,8% (31,1 трлн. долл.); 69,8% (3282 млн. человек) – 2,9% (7,6 трлн. долл.).

Столь критическая денежно-имущественная дифференциация сложилась в результате формирования под воздействием ИКТ новых условий и механизмов торговли на фондовых рынках, интернет-рынках финансовых бумаг и активов. Работа в режиме реального времени сразу на всех финансовых площадках и во всех банках способствовала ускорению и увеличению размеров транзакций. В итоге в мировой экономике усилилась структурная дезинтеграция в звене реальных активов – деривативов и возросла поляризация активов между крупными и мелкими игроками.

Неэквивалентное экономическое и технологическое развитие создаёт, поддерживает и умножает очаги социальной напряжённости и разобщённости. Развитые страны тратят огромные бюджетные ресурсы на пособия для социально незащищённых слоёв населения. Однако “тушение” социального пожара с помощью денег не может кардинально изменить ситуацию, которая связана не только с ухудшением материального положения большого числа людей, но и с заметным сокращением их “социального капитала” – отсутствием социальных лифтов, невозможностью получить достойную оплату за свой труд. Последние два обстоятельства особенно актуальны для молодого поколения.

Необходимо упомянуть ещё один жизненно важный аспект грядущей глобальной социальной дезинтеграции. При возникновении чрезвычайных и катастрофических ситуаций природного, техногенного и социального характера (теракты, агрессии, войны, мятежи, революции) социально незащищённые слои населения оказываются в самом уязвимом положении. Логистически реализованные с помощью ИКТ потоки мигрантов в Европу стали причиной гуманитарной катастрофы. Отметим, что применение ИКТ эффективно при предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций [3], однако необходимо помнить, что в случае “цветных революций” и террористических актов они стали главным техническим средством, с помощью которого террористам удаётся сеять панику и устрашать людей.

Наконец, нельзя забывать, что информационно-коммуникационные технологии привели к очередной военно-технической революции. В который

раз в истории человечества политики и военные уповают на то, что новое оружие, на этот раз высокоточное, поможет окончательно разрешить внутренние и международные проблемы. Иллюзии быстрой победы с помощью такого оружия спровоцировали становление социально-политического хаоса на Ближнем Востоке и в Северной Африке, что позже привело к массовой миграции в Европу.

Очевидно, что ИКТ, как и ядерная энергия, могут служить как в мирных, созидательных, так и в разрушительных целях. На последний аспект сразу обратили пристальное внимание исследователи и специалисты в области технических, военных и социальных наук. Проблемы информационной безопасности становятся актуальными по мере усиления влияния ИКТ на все аспекты жизни общества, в том числе на бизнес. Многочисленные факты свидетельствуют о социальном парадоксе этих технологий: их широкое внедрение может привести не к укреплению и гармонизации глобальных макросоциальных связей и отношений, а к их разобщению, росту материальных и духовных диспаритетов, деградации институтов социального и политического сотрудничества и кооперации. В сложившихся условиях ИКТ усиливают тенденцию к социальной дезинтеграции. Где же кроется причина этой макросоциальной дисфункции?

Предпосылки появления информационных технологий на протяжении многих лет складывались одновременно в нескольких областях научного знания. Искать выход из критических ситуаций и пути преодоления негативных социальных эффектов развития ИКТ, по всей вероятности, предстоит на стыке технических, гуманитарных и социальных наук.

СОЦИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ГЕНЕЗИС ИКТ

Изобретение радио в конце XIX в. заложило материальную основу информационного общества. В 1926 г. Н. Тесла в интервью журналу “Кольеровский еженедельник” предсказал, что в будущем радио трансформируется в “большой мозг”, все вещи окажутся частью единого целого, а инструменты, благодаря которым это станет возможным, будут легко помещаться в кармане [4].

Первый искусственный спутник Земли, запущенный в СССР, и полёт Ю.А. Гагарина открыли эпоху космических средств связи и подготовили технологическую основу для появления глобальной информационной сети. На протяжении многих десятилетий надёжные советские, а затем российские космические технологии позволяют поддерживать и наращивать космический базис информационно-коммуникационных технологий.

В 1990 г. один из составителей протокола TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) Дж. Ромки создал первую в мире интернет-вещь, подключив к сети свой тостер. Сам термин “Интернет вещей” предложил К. Эштон в 1999 г. Тогда же был создан Центр автоматической идентификации, занимающийся радиочастотной идентификацией и сенсорными технологиями, благодаря которому эта концепция и получила широкое распространение. В 2008 г. компания LG анонсировала планы по созданию интернет-холодильника. В 2008–2009 гг. произошёл качественный переход от Интернета людей к Интернету вещей – количество подключённых к сети предметов превысило количество пользователей Интернета. В 2013 г. корпорация “Интел” сообщает о новом подразделении по монетизации Интернета вещей – Internet of Things Solutions Group. Продолжается развитие понятий. Американской транснациональной телекоммуникационной компанией CISCO предложен термин “Интернет всего”, а компанией Jawbone, специализирующейся на производстве фитнес-браслетов для занятий спортом, – “Интернет меня” [5].

Можно не без основания предположить, что вещи и люди (а на самом деле мир вещей и идей вне и внутри нас) по мере развития ИКТ интегрируются в единой сети отношений – Интернете вещей и услуг для людей. Предметный мир, мир информации и мир программных продуктов – результатов человеческой творческой деятельности – начинают взаимодействовать, минуя непосредственное вмешательство человека. Целеполагание и контроль в этой цепочке взаимодействий людей, вещей и технологий должны осуществляться человеком. Сейчас в ходе развития этой новой формы интеграции человечества и созданного им предметного мира через внедрение ИКТ возможны, по крайней мере, две парадигмы жизнедеятельности: первая приводит к усилению социальной дезинтеграции с целью повышения экономической эффективности и максимизации прибыли, вторая – к интеграции человека и природы в интересах устойчивого развития и безопасности. В последнем случае речь идёт о переходе к постиндустриальному информационному этапу развития цивилизации, который предсказывали Н. Тесла и В.И. Вернадский.

Вклад В.И. Вернадского в развитие современного научного мировоззрения заключается во введении в анализ отношений системы “человек–природа” нового критериального измерения “человечество как единое целое” и понятия “живое вещество” вместо понятия “жизнь”. Позднее один из основателей советской кибернетики и программирования А.А. Ляпунов определил понятие “жизнь” как “высокоустойчивое состояние вещества, использующее для выработки сохраняющих

реакций информацию, кодируемую состояниями отдельных молекул” [6].

Понятие “ноосфера” в предложенной В.И. Вернадским системе научных взглядов играет роль интегративной научной категории, которая позволяет объединить научный поиск учёных всех специальностей на единой системной методологической основе с целью сохранения жизни во всём её многообразии. С ростом научного знания связан “социально-политический идейный переворот”, который “ярко выявился в XX столетии в основной своей части благодаря научной работе, благодаря научному определению и выяснению социальных задач человечества и форм его организации” [7, с. 27]. Нельзя не заметить, что положения учения о ноосфере отвечают на вызовы развития современного информационного общества и ИКТ.

В последние десятилетия XX в. в развитых странах, в том числе в России, наблюдается отказ государства и общества от гуманистических, мировоззренческих, научных, идеологических ценностей. Доминирование финансового и торгового капитала над промышленным производством послужило причиной становления универсальной *психологии и идеологии массового потребления*. Возникла не только материальная, но и духовная культура постмодернизма, отражающая начальный, ещё во многом противоречивый в своих проявлениях этап перехода к информационному обществу. Такое общество открывает возможности для развития как по траектории поляризации доходов и возрастания материальных и духовных диспаритетов, так и по траектории гармонизации отношений между человеком, обществом и природой. Информационно-коммуникационные технологии коренным образом изменили и продолжают изменять характер жизнедеятельности и в развитых, и в развивающихся странах. Использование ИКТ в целях социальной интеграции препятствует их применению в целях конкуренции, социальной дезинтеграции, хаоса и терроризма.

В *экономической сфере* на смену стихийной рыночной конкуренции приходят кооперация и сотрудничество, которые могут быть использованы как во благо устойчивого социального развития, так и для максимизации прибыли и углубления имущественной и социальной поляризации. Произошло формирование транснациональных корпораций, и новое международное разделение труда, финансовые и логистические операции и процессы приобрели глобальный характер и стали осуществляться в реальном времени в масштабе всей планеты. Новые рыночные институты функционируют с помощью информационно-коммуникационных инноваций, возникают сетевые производства, рынки и сфера услуг.

Изменяется и характер *политической коммуникации*. ИКТ расширили возможности участия широких масс в процессах управления, невзирая на географические и социальные дистанции. Политическая коммуникация демократического меньшинства стала трансформироваться в демократию большинства. Электронные каналы политической коммуникации позволяют в режиме реального времени услышать мнение каждого гражданина в любой точке планеты. ИКТ создают предпосылки для формирования солидарного планетарного гражданского общества и технологий массового политического управления.

Одной из форм ИКТ в социальной сфере являются социальные сети, такие как Живой журнал (Live Journal), LiveInternet, Facebook, ВКонтакте, Одноклассники, Twitter, Instagram, Linkedin, Иммигранты и др. Новый способ межличностного общения преодолевает любые расстояния, страны и социальные сообщества становятся открытыми для социокультурного взаимодействия, взаимобогащения и интеграции.

Интернет вызвал к жизни не только рассредоточенные научные сообщества, но и проекты “умных городов”, “умных наций”, “умных государств”. Информационная цивилизация начинает ратовать за умножение и сохранение биологических и мирных социальных форм жизни, системные подходы к управлению во многих сферах выстраиваются на основе технологий информационного мониторинга.

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ И СОЦИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ ИКТ

К середине XX в. человечество начало осознавать реальность угроз мирового масштаба — глобального кризиса окружающей среды, ресурсного кризиса, кризиса в военно-политической области. Последний связан с появлением ракетно-ядерного оружия. С одной стороны, назрел вопрос о пределах вооружённого насилия, с другой — на основе ИКТ стало возможным создавать высокоточное оружие. Растущее количество катастроф — глобальных и локальных, природных и социальных, техногенных и экологических, военных и политических, экономических и финансовых — повлекло за собой их системное изучение, направленное на выявление стихийных и управляемых факторов и предупреждение человеческих, материальных и финансовых потерь. По существу речь идёт о научно сконструированном с помощью ИКТ процессе обеспечения безопасности жизни и становления ноосферной формы управления, когда государство регулирует процессы жизнедеятельности в природе,

обществе и техносфере в целях обеспечения устойчивого развития и безопасности.

В настоящее время актуальны, по крайней мере, две стратегические задачи в сфере использования ИКТ. Во-первых, необходимо разработать типовые нормы законодательного обеспечения и реализации глобальных и локальных стандартов, позволяющих вести мониторинг соответствующих процессов, обеспечивая качество и безопасность жизни и здоровья людей, возможность получения образования, удовлетворения бытовых нужд всех слоёв населения, каждой семьи и каждого гражданина. Во-вторых, предстоит провести системную работу по созданию и развитию инфраструктуры ИКТ для самореализации и саморазвития общества в целом и человека в частности.

В перспективной комплексной работе по развитию информационного гражданского общества важно осознать и корректно сформулировать стратегические цели. В природной среде это устойчивость, самоподдерживающаяся эволюция на принципах коэволюции человека, общества и биоразнообразия; в техносфере — совершенствование инновационных мирных технологий, направленных на безопасное освоение природной и социальной среды, и контроль над вооружением; в экономике — трудовая мотивация деятельности; в политической жизни — этатизация общества и социализация государства, государственно-демократический контроль; в социальной сфере — социальная справедливость, равенство прав и обязанностей граждан глобализирующегося общества; в духовной жизни — производство научного знания на принципах мультикультурного разнообразия.

Одним из инструментов движения к цели должны стать *социотехнологические стандарты* управления безопасной жизнедеятельностью и устойчивым развитием общества с помощью интегративной функции ИКТ. В перспективе использование этих стандартов в качестве операциональных инструментов позволит организовать мониторинг жизнедеятельности социума, биосферы и техносферы на новой технологической базе.

Основатель соцсети Facebook М. Цукерберг в своём выступлении “Коммуникативная революция” на саммите Азиатско-Тихоокеанского экономического сотрудничества в 2016 г. (Перу) призвал глав государств АТЭС к развитию Интернета. Он предложил руководителям стран подписать “декларацию подключения” и создать инфраструктуру, позволяющую большему числу людей иметь доступ к Интернету. По его мнению, рост числа пользователей сети приведёт к сглаживанию неравенства доходов и повышению уровня жизни.

Очевидно, что реализовать эти и многие другие предложения по преодолению глобальных противоречий социального и технологического развития удастся с помощью солидарных научно обоснованных действий в масштабе всей планеты.

Спонтанное развитие информационно-коммуникационных технологий и совокупность их противоречивых воздействий и дисфункций привели к росту социальных диспаритетов и к необходимости создания современной системы государственно-гражданского управления, имеющей целью укрепить социальную солидарность и гармонизировать социальные отношения. Решение этой задачи возможно на междисциплинарной научной основе путём объединения усилий учёных разных специальностей. Правовое государство и гражданское общество приближаются к этому режиму взаимодействия по мере того, как происходят качественные изменения в материальной и интеллектуальной сферах жизни. Своевременное внимание научного сообщества и политиков к феномену социальных последствий ИКТ должно поставить их на службу человечеству и обеспечить прорыв в будущее.

В основу статьи положены аналитические материалы исследований, выполненных в рамках грантов Российского гуманитарного научного фонда, проект № 14-03-00321 “Развитие гражданского общества и институтов демократии в России: социологический мониторинг” и № 15-03-18018 “Организация и проведение полевого этапа социологического исследования на тему: “Развитие гражданского общества и институтов демократии в России: социологический мониторинг”».

ЛИТЕРАТУРА

1. Бард А., Зодеквист Я. Нетократия. Новая правящая элита и жизнь после капитализма. СПб.: Стокгольмская школа экономики, 2005.
2. <http://www.wsws.org/en/articles/2012/07/rich-j26.html>
3. Butenko V., Nazarenko A.P., Sarian V.K. Personal safety in emergencies // ITU-News. 2012. № 3. P. 47–49.
4. <http://paleofuture.gizmodo.com/nikola-teslas-incredible-predictions-for-our-connected-1661107313>
5. Умный холодильник, или Будущее за Интернетом вещей. 2013 г. <http://rusbase.com/news/internet-of-things/>
6. Виртуальный музей А.А. Ляпунова. Лекции. Кибернетические вопросы биологии. 2012. <http://lyapunov.vixpo.nsu.ru/?int=VIEW&el=121&templ=VIEW>
7. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Кн. 2. М.: Наука, 1977.

ДИСКУССИОННАЯ ТРИБУНА

ЕСТЬ ЛИ БУДУЩЕЕ У АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ?

© 2017 г. С.Л. Шварцев

*Томский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
Томск, Россия*

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия
e-mail: tomsk@ipgg.sbras.ru; gige_ignd@mail.ru

Поступила в редакцию 15.04.2016 г.

Появившись на планете, разумный человек стал геологической силой и начал действовать не в унисон с законами природы. В результате возникло антагонистическое противоречие между созданной человеком техносферой и эволюционирующей по своим законам биосферой, которые не могут гармонично сосуществовать. Выход из этого положения В.И. Вернадский видел в переходе научной мысли на планетарный уровень — ноосферный, который обеспечит торжество Разума. Но сам по себе такой переход произойти не может, он требует усилий всего человечества. М.В. Ковальчук видит перспективу преодоления системного кризиса в конвергенции наук и технологий, формировании новой ноосферы, в которой развитие техносферы продолжает эволюцию биосферы, замене традиционных технологий аддитивными или природоподобными. Для этого необходима перестройка всего базиса современной цивилизации: науки, образования, культуры, производства, технологий, мышления. Что мешает развитию такого вдохновляющего пути к сияющим вершинам новой цивилизации? По мнению автора статьи, на первом месте стоит непонимание глубинных механизмов глобальной эволюции, а именно фактическое непризнание наукой эволюции косной материи и определяющей роли воды в развитии геологических и биологических процессов.

Ключевые слова: аддитивные технологии, конвергенция наук, системный кризис, противоречие техносферы и биосферы, механизмы глобальной эволюции, термодинамическая ветвь, диссипативные структуры, возбуждённое состояние воды.

DOI: 10.7868/S0869587317060068

В июне 2015 г. на Совете по науке и образованию при Президенте РФ директор Курчатовского научного центра член-корреспондент РАН М.В. Ковальчук выступил с докладом, посвящённым аддитивным технологиям [1]. Идею о необходимости развития аддитивных технологий М.В. Ковальчук высказывал уже неоднократно [2–4], однако в докладе на президентском Совете он обосновал её наиболее полно, а позже, в сентябре 2015 г. на саммите ООН по устойчивому развитию, эту же идею озвучил Президент РФ В.В. Путин.



ШВАРЦЕВ Степан Львович — доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник Томского филиала ИНГГ им. А.А. Трофимука СО РАН, профессор ТПУ.

По мнению М.В. Ковальчука, аддитивные технологии уже в недалёком будущем вытеснят традиционные, основной принцип которых состоит в постепенном удалении лишнего материала с образованием отходов. Аддитивные технологии, напротив, при изготовлении техногенной детали используют принцип послойного добавления материала к какому-то каркасу, зародышу или нуклеотиду. Аддитивные технологии рассматриваются М.В. Ковальчуком в качестве необходимой предпосылки выхода из кризисного состояния, в котором находится сегодня человечество: между природой и созданной человеком техносферой возникло антагонистическое противоречие, и разрешить его невозможно путём трансформации только какой-то одной части технологического базиса. Техносфера в её современном виде не может гармонично сосуществовать с биосферой, поскольку не является её частью и создана не по законам её эволюции. Для преодоления этого противоречия «необходима принципиальная, революционная перестройка всего технологического базиса в неразрывной связи

его научной, производственной, социально-политической и культурной составляющих. Задача преодоления системного кризиса цивилизации, выживания человечества становится задачей формирования новой ноосферы, где техносфера будет органичной составляющей биосферы” [3, с. 5]. Будущее, убеждён М.В. Ковальчук, за конвергенцией наук и технологий, возвращением человечества к восприятию мира как единого целого, перестройкой технологий по образцу живой природы, за созданием системы, в которой законы техносферы, биосферы и эволюции будут слаженно взаимодействовать, то есть будут конвергентны.

Задача ставится чрезвычайно масштабная, а её реализация уже с первых шагов сулит успех, поскольку даже частичная перестройка современных технологий в направлении учёта механизмов эволюции живых систем должна обеспечить улучшение окружающей среды. Естественно, что решение такой масштабной задачи возможно только “при принципиальной перестройке базовых составляющих существующей цивилизационной модели: наука, образование, технологии” [4, с. 4]. Насколько обоснована такая резкая смена приоритетов научных исследований и что служит ей предпосылкой, помимо ухудшающейся экологической ситуации в мире?

Переходя к ответам на эти вопросы, следует прежде всего отметить, что в данном случае революционную перестройку технологии производственной сферы и, как следствие, всего социально-экономического уклада общества предлагают не политики, а учёные. Важно также, что данный подход второй раз обсуждался на Совете по науке и образованию при Президенте РФ в декабре 2016 г. и был одобрен научной элитой нашей страны. Предполагается начать с научной революции, результаты которой должны плавно перетекать в сферу производства, потребления, распределения, образования, культуры и т.д. Следовательно, в основу преобразования всего социума кладётся не перестройка управления сверху, а научная идеология развития, ориентированного на использование фундаментальных знаний о становлении природы на атомном и молекулярном уровнях. Такой научный подход к изменению всего уклада жизни и поиску новых путей выживания человечества, на мой взгляд, является грандиозным и весьма смелым и поэтому требует детального обсуждения.

Исключительно ценно, что описанный революционный подход строится не на пустом месте: аддитивные технологии человечество использует уже многие тысячелетия. Речь идёт о производстве сельхозпродукции, рыбозаводстве, лесном хозяйстве, медицине, фармацевтике, химической промышленности, природообустройстве и т.д. Использование накопленного в этих сферах опыта

освоения природных ресурсов и технологии природообустройства может служить той базой, которая должна сгладить антагонистические противоречия между человеком и природой.

Нельзя не принимать в расчёт и то, что сама логика развития науки ведёт к сближению разных научных направлений. Базой для такого сближения выступает общая для различных дисциплин атомно-молекулярная картина строения материи (как живой, так и неживой), переход к наноразмерному мышлению, изменение парадигмы развития от анализа к синтезу, сближение взглядов на эволюцию живой, косной и биокосной материи. Наука вплотную подошла к созданию принципиально новых технологий, основанных на атомно-молекулярных реконструкциях свойств природного и техногенного вещества. Производство, основанное на придании новых свойств материалам, — это уже не фантазия, а реальность, технология, которую необходимо использовать при развитии прорывных направлений.

Так что же мешает объединиться и дружно двигаться к этому прекрасному будущему? Всего-то пустяк: нам неизвестны механизмы создания природой удивительного окружающего мира, в котором мы живём и технологии эволюции которого планируем использовать для построения принципиально нового мира, нового общества и принципиально иной цивилизации.

НЕОБХОДИМОСТЬ НОВЫХ ПОДХОДОВ К ВЗАИМОДЕЙСТВИЮ ЧЕЛОВЕКА С ПРИРОДОЙ

Венец эволюции природы — жизнь, а её главный продукт — человек, который, став, по В.И. Вернадскому, геологической силой, направил свою деятельность на разрушение своего же создателя — природы. Конечно, это произошло неосознанно, от недостатка опыта, знаний, неспособности охватить грандиозное явление эволюции окружающего мира во всём его многообразии. Злую шутку сыграло несоответствие длительности процессов эволюции окружающего мира нашей планеты (~4.5 млрд лет) и времени жизни на ней человека как разумного и сознательного существа (~60 тыс. лет). Отсюда возникло и несоответствие масштабов мышления *Homo sapiens* масштабам явления эволюции. Неполнота знаний о механизмах преобразования окружающего мира привела к тому, что люди на протяжении большей части своей истории забирали у природы её ресурсы, не задумываясь о допустимых пределах такого вмешательства. Природа представлялась бесконечно большой, неиссякаемой, вечной, могущественной, а люди — маленькими, слабыми, неспособными противостоять буйству

природных сил. Отсюда сформировалась парадигма поведения, суть которой можно выразить максимальной: не ждать милостей от природы, а брать у неё всё, что возможно. Однако оказалось, что природа не так могущественна и богата, как полагали раньше: её ресурсы ограничены, естественные балансы чувствительны к антропогенному воздействию, вода и воздух подвержены загрязнению, земля — истощению, энергия — убыванию и т.д. Постепенно возникло антагонистическое противоречие между созданной человеком техносферой и естественной биосферой.

Наука давно ищет пути преодоления этого противоречия. Одним из первых учёных, предложивших решение, был В.И. Вернадский. Он считал, что с развитием науки, более глубоким познанием тайн становления окружающего мира, переходом научной мысли на планетарный уровень — ноосферный, восторжествует Разум, то есть человечество осознает необходимость жить в полной гармонии с природой, строго следовать её законам. Но когда именно это произойдёт, он не определил. И вот теперь, спустя более 60 лет после того, как В.И. Вернадский создал своё учение о ноосфере [5], М.В. Ковальчук предлагает более углублённый вариант подобной концепции — развитие конвергентных технологий, построенных на природоподобных принципах и способных вернуть человечество в русло эволюционной модели природы.

Такой подход к перспективам развития человечества я рассматриваю как переход к ноосферному мышлению, способному преодолеть антагонистическое противоречие между техносферой и биосферой. Разумеется, поставленная М.В. Ковальчуком задача исключительно трудна и может быть полностью решена лишь в отдалённом будущем. Однако начинать этот путь необходимо уже сегодня, поскольку он ведёт к сияющим вершинам, покорить которые можно, но далеко не сразу и не с разбега. Чтобы не разрушить их величие, сохранить их как результат творчества природы, требуется тщательный, всесторонний, глубокий анализ. Допустимо попытаться их облагородить, но нельзя разрушать базовые принципы их существования, механизмы эволюции природы.

Главная трудность, которая нас ждёт на этом пути, — несоответствие мышления человека масштабу поставленных задач. Сфера разума расширяется не так быстро, как этого требует реальная экономическая, социальная, экологическая ситуация. Но у человечества нет иного пути, кроме как жить в гармонии с природой. Поэтому мы должны следовать этой дорогой и упорно преодолевать многочисленные трудности, которые будут сопровождать нас на выбранном пути, включая и неадекватность сознания масштабам задач. Так, уже в ближайшее

время необходимо развивать когнитивные технологии, основанные на изучении сознания, методов познания, механизмов мыслительной деятельности живых систем и т.д. [2].

Одна из целей аддитивных технологий — искусственное воспроизведение хотя бы отдельных фрагментов живой природы. Она должна достигаться посредством воспроизведения конкретных элементов живого организма из относительно простых неорганических материалов на основе нанобиотехнологий. Сложность этого проекта связана прежде всего не с техническими проблемами конструирования живого, а со слабой изученностью механизмов жизнедеятельности, которые не осознаны даже с общенаучных позиций.

Главная функция природы — создание и непрерывное усложнение окружающего мира, формирование неизвестных ранее соединений (минеральных и органических), живых организмов, новых процессов и механизмов взаимодействия, усложнения связей между компонентами ландшафта да и всего окружающего мира. Всё это вместе взятое называется глобальной эволюцией. Решение проблемы происхождения жизни также возможно только на основе всестороннего познания природной эволюции. Каков же механизм самого грандиозного шоу, как называет эволюцию известный английский биолог Р. Докинз?

Ярый поклонник, последователь и пропагандист учения Ч. Дарвина Р. Докинз убеждён, что “эволюция путём естественного отбора — по сей день единственный известный нам способ, которым из простого начала получается сложное” [6, с. 429]. Под естественным отбором, напомним, Дарвин понимал неслучайное сохранение случайных изменений. Возможно ли такое? Миллиарды органических соединений, новых форм, клеток, бактерий, растений, животных, людей, красота мира, разум человека, самоорганизация материи, сама жизнь — случайные ли “прохожие”, готовые в любой момент оставить этот мир? Разве можно в это поверить в эпоху ноосферы, в век небывалого развития науки и здравого смысла?!

Шаткость занимаемой Докинзом позиции, неудовлетворённость и разочарование ею нарастают по мере того, как мы убеждаемся: ответов на вопросы — когда, где и в результате какого события возникла эволюция на Земле — до сих пор не найдено. Сам Докинз пишет, что “свидетельств относительно момента начала эволюции на планете у нас нет. Это могло быть событие невероятной редкости: ведь произойти оно должно было всего однажды, и, насколько мы знаем, так это и есть. Более того, возможно, оно произошло единственный раз во Вселенной” [там же]. Если следовать предлагаемой логике, тогда случайное и единственное в истории

планеты событие, начало которого неизвестно, механизмы действия и движущие силы не установлены, определило становление всего окружающего мира, формирование всего живого, включая человеческий разум, создающий ноосферу.

Несовершенство наших знаний об эволюции на Земле делает переход к новой парадигме развития науки, техники и общества, предлагаемой М.В. Ковальчуком, маловероятным, а скорее всего, невозможным. Переориентация на природоподобный путь развития цивилизации требует детального понимания механизмов и движущих сил, непрерывно усложняющих окружающий мир и создающих сложное из простого, обуславливающих процессы самоорганизации в природе, связь живого с неживым, дочерних образований с материнскими, ускорение различных процессов.

Решение проблем эволюции природы и задач по воспроизведению механизмов этой эволюции недостижимо силами какой-то одной частной науки, но возможно только на наноуровне с участием всех естественных наук. Базой для конвергенции разных наук и формирования единой научной платформы, в том числе и для разработки аддитивных технологий, станут такие направления, как современная атомная физика, квантовая механика, неравновесная термодинамика, молекулярная биология, учение о глобальной эволюции. Уже сегодня проблемы образования сложностей решаются синергетикой [7, 8], биологией [9, 10], математикой [11], гидрогеологией [12] и многими другими дисциплинами [13–15].

Чрезвычайно важно, что в наше время наука уже не отрицает наличие эволюции в природе, как это было во времена Ч. Дарвина. Однако естественный отбор в качестве ведущего механизма эволюции, как было показано выше, оставляет без удовлетворительного объяснения масштаб и направленность земной эволюции. И хотя классическая биология до сих пор придерживается постулата о ведущей роли естественного отбора [6, 9, 10, 16–18], многих учёных он не устраивает [12, 13, 19–21]. Идея естественного отбора оказалась живучей, потому что более обоснованного механизма эволюции до сих пор никто не предложил: научный поиск идёт преимущественно в направлении её дополнительного подкрепления. Например, в нашумевшей книге Е.В. Кунина [16], несмотря на переоценку отдельных положений эволюционной теории Ч. Дарвина, суть концепции естественного отбора сохранена. Вот какое определение понятию эволюции жизни даёт Кунин: “Преимущественно стохастический процесс, основанный на исторической *случайности* (курсив мой. — С.Ш.), ограниченный прежде всего разнообразными условиями поддержания основ биологической организации и модулируемый

механизмом адаптации” [16, с. 104]. Таким образом, эволюция трактуется как случайное явление. Чтобы развиваемый автором подход к эволюции был более убедительным, он обосновывает гипотезу, согласно которой случайности имеют свои закономерности, на разных этапах эволюции определяемые разными факторами. Например, относительно вопроса о происхождении жизни в соответствии с гипотезой МММ (модель “мира многих миров”) Е.В. Кунин полагает, что “в бесконечной мультивселенной с конечным числом различных макроскопических историй (так что каждая повторяется бесконечное число раз) *случайное появление даже очень сложных систем не только возможно, но и неизбежно* (курсив мой. — С.Ш.)” [там же, с. 1038]. Эту позицию автор обосновывает математическими методами, но они не прибавляют ей убедительности.

Ещё один пример, свидетельствующий о незыблемости позиций дарвинизма, — книга А.В. Маркова и Е. Нейман [18]. “Как ни удивительно, — пишут они, — Дарвину удалось более полутора веков назад... правильно угадать главный механизм (эволюции. — С.Ш.), когда он предположил, что творцом поразительной приспособленности и волнующего разнообразия живых существ является *естественный отбор небольших наследственных изменений* (курсив мой. — С.Ш.)” [там же, с. 623]. И далее: «Главная идея великого естествоиспытателя не только не была опровергнута, но даже и не отпавила с почётную пенсию в статусе “частного случая”» [там же, с. 625].

Сложившееся положение в биологической науке объясняется, на мой взгляд, по крайней мере, двумя обстоятельствами, которые тормозят познание механизмов эволюции: сохраняющимся нежеланием признавать, что эволюция протекает и в неживой материи, и полным игнорированием роли воды как ведущего фактора эволюции.

В биологии ещё со времён Ж.-Б. Ламарка глубоко укоренилось мнение, что эволюция имеет место только в живых существах, поскольку те якобы обладают неизвестной жизненной силой, а эволюция в неживой материи возможна только при участии живого вещества. Идея жизненной силы давно отвергнута наукой, но ей на смену пришла идея естественного отбора, ставшая новым принципом, разделяющим процессы в живой и неживой материи. Так была искусственно создана проблема не только случайности начала эволюции, но и всего механизма её протекания [22]. Отсюда и представление о случайном и исключительно редком стечении обстоятельств, приведшем к возникновению уникального явления — жизни. В итоге вопрос о начале и причинах возникновения живого вещества становится ещё более загадочным. Характерно, что многие известные биологи, например А.В. Марков

[23], связывают стартовую точку жизни и, соответственно, эволюции с появлением первого репликатора или процесса репликации (повторение собственной копии). Но в таком случае репликация опережает естественный отбор?! Возможно ли такое?

Проблема воды ещё более удивительна. Хотя известно, что нет живых существ, в организме которых вода составляла бы менее 60%, это вещество как бы выпадает из процессов эволюции. Но неужели вода — всего лишь примесь в живом веществе, не играющая никакой роли в биологической эволюции? Конечно, это не так. Прав был нобелевский лауреат венгерский профессор А. Сент-Дьёрди, когда говорил, что биология ещё не открыла воду. От себя добавлю, что и геология тоже её до сих пор не открыла, несмотря на работы великого В.И. Вернадского, указавшего на многостороннее значение воды в процессах окружающего мира [24].

ЗАБЫТАЯ СТИХИЯ

Несмотря на то, что ещё более 2,5 тыс. лет назад греческий учёный Фалес утверждал, что “всё из воды”, то есть вода является главным веществом, создавшим окружающий мир, а позже многие великие умы (Аристотель, Плиний Старший, А.Г. Вернер, Ж.-Б. Ламарк, М.В. Ломоносов, Г. Агрикола, Р. Дюбуа, А.Д. Архангельский, В.И. Вернадский, Э. Зюсс, А.И. Опарин) раскрывали различные функции этого вещества в становлении окружающего мира, место и значение воды в глобальной эволюции до сих пор не определены. Причина — в исключительно сложном строении этого, казалось бы, простого соединения.

Современная наука подтверждает совершенно особую роль воды как важнейшего для становления окружающего мира компонента. Такая роль обусловлена необычными свойствами воды [25], главное из которых состоит в том, что она способна непрерывно менять свою структуру (ближний порядок расположения молекул) под действием растворённых в ней ионов, температуры, давления, магнитного, электрического и других, даже слабых, полей, а также связей с твёрдыми телами, газами и органическим веществом. Удивительным свойством воды является и её повсеместное распространение на нашей планете, о чём раньше писал В.И. Вернадский: “Нет земного вещества — минерала, горной породы, живого тела, которое бы её не заключало. Всё земное вещество — под влиянием свойственных воде частичных сил, её парообразного состояния, её вездесущности в верхней части планеты — ею проникнуто и охвачено. Не только земная поверхность, но и глубокие — в масштабе биосферы — части планеты определяются в самых существенных своих проявлениях её существованием

и её свойствами” [24, с. 20]. Вода — не инертная масса, а активное химическое соединение, которое в условиях неравновесия непрерывно растворяет одни минералы и формирует другие, включая и более сложные. Ранее мы показали, что сложные соединения образуются только в водном растворе, который служит местом встречи химических ионов, поступающих из разных минералов [12].

Особые свойства воды определили принципиальную возможность эволюции ещё в неживой природе, а именно при взаимодействии воды с горными породами. Как было показано ранее, система вода—порода является равновесно-неравновесной: вода неравновесна преимущественно с минералами магматических пород, которые она растворяет, но одновременно водный раствор всегда равновесен со многими минералами осадочных пород, которые он формирует. Иначе говоря, система вода—порода является внутренне противоречивой, способной к самопроизвольному, непрерывному, геологически длительному развитию с образованием принципиально новых минеральных фаз и геохимических типов воды. Эта система развивается постоянно в нелинейной области термодинамической ветви в условиях, далёких от равновесия, и относится к типу абиогенных диссипативных, которые играют совершенно особую роль в прогрессивном развитии косной материи [15].

Принципиально важно, что с ведущими минералами эндогенного генезиса равновесие воды в принципе невозможно, при этом в данную группу входят минералы, слагающие базальты, то есть силикаты и алюмосиликаты Ca, Mg и Fe, изначально образовавшие нашу планету. Причина такого явления состоит в том, что поступающие из базальтов в раствор химические элементы связываются новыми минеральными соединениями, формирующимися в этой системе. Вторичных минералов, образуемых водой, много (по крайней мере, несколько тысяч), но широко распространённых относительно мало, они хорошо известны — это оксиды, гидроксиды, карбонаты, глины, цеолиты и т.д. Такие вторичные минералы выступают геохимическими барьерами на пути установления равновесия подземных вод с минералами базальтов, что обеспечивает непрерывность в растворении магматических пород и образование новых геохимических типов воды, а также вторичных минералов, состав которых меняется по мере увеличения времени взаимодействия воды с горными породами [21].

Система вода—порода обладает внутренними механизмами эволюции, которые действуют независимо от каких-либо внешних факторов и обеспечивают её обособленность от внешней среды в условиях притока из последней вещества и энергии, поскольку мы имеем дело со

стационарной системой. Благодаря наличию таких внутренних, присущих только ей механизмов, без которых её существование невозможно, система способна развиваться самостоятельно в соответствии с законами термодинамики, контролировать направленность своей эволюции, скорость, последовательность и стадийность образования новых вторичных продуктов, их состав, соотношение элементов в растворе и вторичной твёрдой фазе, смену одного продукта другим и т.д. Именно эта внутренняя направленность эволюции делает её похожей на биологическую. Их объединяет близость таких процессов и механизмов, как геологическая длительность эволюции, непрерывность взаимодействия, неравновесность, развитие в открытых стационарных системах, получение вещества и энергии из внешних источников, усложнение дочерних продуктов и т.д. [26].

Всё это позволило сделать вывод, что система вода–порода по комплексу признаков и фундаментальных свойств образует абиогенную диссипативную самоорганизующуюся структуру, которая возникла на самой ранней стадии развития Земли в момент появления свободной воды. Среди фундаментальных свойств этой структуры – непрерывность, неравновесность и нелинейность развития, способность к созданию более сложных соединений, которых ранее на Земле не было (важнейший признак эволюции – не зависимость от внешних факторов и отличающейся автономностью, наличием механизмов самоорганизации). Последнее делает воду одной из фундаментальных и базовых систем, обусловивших развитие неорганической материи на предбиотическом этапе эволюционного становления планеты. Именно из этой системы возникло огромное число других, унаследовавших многие из её свойств. Сформированные в результате эволюционного развития системы вода–порода химические типы воды и вторичные минералы, приумножаясь, постепенно захватывали геологическое пространство, новые этажи литосферы, формировали новые геохимические среды, которые, в свою очередь, определяли образование новых минеральных фаз, влияющих на характер среды. Этот процесс геологически бесконечен, в нём – суть самоорганизации в минеральном царстве, включающем зарождение, рост и пространственно-временное распространение новых структурных форм, минеральных образований, геохимических сред.

Приведённые факты позволили заключить, что эволюция на нашей планете началась не с возникновением жизни, а с появлением воды, которая эту эволюцию и инициировала путём непрерывного растворения одних минералов и образования новых с одновременным изменением состава воды [22]. Тем самым мы выявили и определяющую эволюцию силу, которую искал ещё Ж.-Б. Ламарк

и которую он называл жизненной силой (*pouvoir de la vie*). Оказалось, что такой силой является внутреннее свойство воды – её способность растворять все природные соединения и формировать новые [21]. Действительно, общеизвестно, что диэлектрическая постоянная воды при 25 °С равна 81. Это значит, что сила связи разноимённых ионов или других частиц, которая имеет место в любом твёрдом веществе, после его помещения в водный раствор уменьшается в 81 раз. Следовательно, сам факт попадания твёрдого тела в водный раствор приводит к появлению силы, которая резко ослабляет и разрывает связи ионов между собой в твёрдом теле и способствует переходу ионов в раствор. В настоящее время выявлена и физическая природа этой силы, которая сводится к следующему. Даже абсолютно чистая жидкая вода, согласно квантово-механическим законам, представляет собой термодинамически неравновесную систему, состоящую из молекул, ионов, атомов, радикалов и других частиц. Неравновесность приводит к непрерывной перестройке структуры воды и протеканию многочисленных колебательно-неравновесных реакций. При этом выделяющаяся энергия не рассеивается полностью в пространстве, как думали раньше, а запасается в энергии межатомных и межмолекулярных связей. Благодаря этой энергии молекулы жидкой воды деформируются: уменьшаются полярный угол между связями О-Н и длина этих связей относительно воды в газовой фазе, что приводит к перестройке структуры колебательных и вращательных уровней молекул H_2O и, соответственно, к их переходу в колебательно-возбуждённое состояние [25].

Вследствие постоянных переходов молекул из одного возбуждённого состояния в другое в жидкой воде образуются фотоны света от инфракрасного до ультрафиолетового диапазона, которые практически резонансно поглощаются теми же молекулами H_2O , и таким образом осуществляется перераспределение запасённой колебательной энергии по всему объёму воды. Другими словами, в этих процессах сами молекулы воды выступают в качестве топлива, но “закон сохранения энергии не нарушается, поскольку происходит перераспределение энергии между всеми степенями свободы частиц: электронными, колебательными, вращательными, поступательными и связями между ними” [25, с. 10]. Исходя из этого, Ю.П. Рассадкин приходит к важному выводу о том, что ведущей силой растворения солей в жидкой воде является “облучение ионных кристаллических решёток квантами света, излучаемыми молекулами H_2O , поглощение которых молекулами и атомами кристаллов приводит к уменьшению их коэффициента поляризации и, как следствие, – к резкому снижению энергии дисперсионных связей между атомами решётки” [там же, с. 447].

Из сказанного становится ясным, что между водным раствором и твёрдым телом всегда имеется энергетический барьер или сила, которая заставляет воду растворять твёрдые вещества и формировать новые, включая и те, которых ранее на планете не было. Сила, определяющая растворение твёрдых тел водой, является внутренней и не зависит ни от каких внешних факторов. Принципиально важно, что в природе нет других сил, которые могли бы остановить процесс растворения, поскольку он составляет внутреннее свойство этой системы, без которого она не может существовать. Вода растворяет горные породы не только потому, что они являются твёрдыми телами, а главным образом потому, что структура воды несовместима со строением этих пород [26].

Именно особенности внутренней структуры воды определили сущность и характер абиогенной эволюции минерального вещества. Неравновесность воды с базальтами стала тем спусковым механизмом, который определил эту эволюцию, а её движущей силой выступила энергия межмолекулярных связей в воде. Поэтому противоречие воды и базальтов, поскольку оно обусловлено разными генетическими особенностями составляющих эту систему элементов, является базовым и определяет начало глобальной эволюции [21].

Итак, главная причина эволюции — равновесно-неравновесное состояние системы вода—базальты, главный фактор — время, управляющий параметр — состав воды, термодинамическая переменная — разность констант реакций растворяющихся и образующихся минералов, движущая сила — облучение растворяемых водой кристаллических и аморфных решёток минералов квантами света, излучаемыми молекулами воды, источник необходимой энергии — запасённая в воде энергия межатомных и межмолекулярных связей [21, 27].

Неравновесность и необратимость играют ещё одну важную роль — они являются основой становления упорядоченности, причиной структурогенеза и эволюции системы в целом. Неравновесность — движущая сила эволюции, приводящая к изменению необратимых потоков энергии (и вещества), возникающих при стремлении к равновесию эволюционирующих открытых систем. Более того, именно неравновесные системы обладают свойством самоорганизации, которая делает возможным переход от хаоса к порядку, образованию новых диссипативных структур в открытых нелинейных средах [28]. Поэтому путь к сложному — это путь к нелинейным средам с новыми свойствами и более сложным спектром форм и структур. Такой путь возможен в системах, развивающихся вдали от равновесия и обладающих свойствами

самоорганизации. Как уже отмечалось, такими свойствами обладает и система вода—порода.

Появление и дальнейшее развитие на планете живых существ в любом случае связано с системой вода—порода. На это указывал академик Г.А. Заварзин. По его справедливому мнению, живой организм вне геосферной среды не может существовать и тем более изменяться. Изменения возможны только при взаимодействии с компонентами окружающей среды [29]. Действительно, живое не могло возникнуть из обычного камня (базальта). Понадобилось около 0,7–1 млрд. лет для подготовки этих условий, которую и обеспечила система вода—базальты. За это время на поверхности Земли возникли разнообразные вторичные минеральные продукты — коры выветривания и не менее многочисленные геохимические типы воды, сформировались геохимические среды, различающиеся по солёности, pH, Eh, содержанию различных форм и соединений химических элементов в воде.

Возникшие принципиально иные вторичные осадки отличаются своей консистенцией, морфологией (тонкозернистость), составом воды и т.д. Яркий пример — глины. Это высокопористые пластичные образования, состоящие из частиц размером $<0,001$ мм. Тонкозернистость и высокая пористость при небольших размерах пор определяют огромную внутреннюю поверхность всех таких новообразований. Например, внутренняя поверхность 1 г глины достигает 80 м^2 [15], что позволяет им содержать очень большие объёмы физически связанной воды. Достаточно сказать, что её количество в каолинитах составляет 20–25% по весу, а в монтмориллонитах — 30–50%, что приближает их по этому параметру к живым существам. Толщина плёнок связанной воды в глинах достигает 100 нм. Свойства такой воды значительно отличаются от свойств свободной воды [25, 30]. Именно в подобных мелких порах, в совершенно необычных геохимических средах и могла зародиться жизнь, поскольку живые организмы, включая человека, состоят именно из такой необычной воды.

Для нас принципиально важно, что живые системы с самого начала развивались в средах, созданных абиогенным путём, и унаследовали основные механизмы эволюции косной материи. Всё живое, как и косное, развивается в открытых стационарных системах, которые получают вещество и энергию из внешних сред. Такие системы всегда являются неравновесными и самоорганизующимися [28]. То вещество, которое потребляется живыми организмами, неравновесно со средой живого и переваривается (растворяется), прежде чем примет участие в синтезе новых соединений: в живых организмах разработана целая система для переработки потребляемой пищи в раствор. В этом плане

“умнее” всех оказались растения, которые изначально использовали готовый водный раствор как питательное вещество.

Появившись в результате фотосинтеза, молекулы растительного происхождения оказались в той или иной водной среде, в которой были накоплены различные химические элементы и шло формирование разных вторичных минералов. Появление в этой среде простых органических молекул типа CH_2O запустило новый гигантский процесс формирования более сложных и более устойчивых применительно к конкретным условиям среды органических образований, которые постепенно привели к развитию многочисленных растений. Так, наряду с минеральными вода стала формировать органические соединения, а они, усваивая растворённые в воде химические элементы, сформировали новый, более сложный тип органоминеральных образований, равновесных с биогеохимической средой. И сегодня равновесие этих двух разных комплексов поддерживается через водный раствор. Таким образом, растения получают солнечную энергию в процессе фотосинтеза, а питательные вещества — из воды, которая, в свою очередь, берёт их из горных пород или атмосферы. Так организуется взаимодействие всех ведущих стихий окружающего мира — воды, породы, газов и органических соединений, на что обращал внимание В.И. Вернадский [24]. Но и здесь вода остаётся главным фактором внутренней эволюции, так как не только контролирует состав всех образующихся вторичных соединений, характер среды, энергетическое состояние системы, направленность эволюции и т.д., но и регулирует взаимоотношения двух систем: вода—порода и вода—органическое вещество, одна из которых относится к неживому, другая — к живому веществу, а также преемственность двух видов эволюции — косной и живой материи.

Животные, в отличие от растений, питаются не только водой, но и растительной и мясной пищей, которая также неравновесна со средой живого организма и не может усваиваться без предварительной подготовки. Для перевода принимаемой пищи в растворённое состояние у животных имеется специальная система — желудочно-кишечный тракт. Только в растворённом состоянии ионы и молекулы поступают непосредственно в организм, у теплокровных животных — в кровь. В конечном счёте любой живой организм непрерывно получает пищу в растворённом виде. Увеличение концентрации в водной среде соединений обеспечивает формирование зародышей многочисленных сложнейших органических образований в строгом соответствии с законами термодинамики. Главным фактором здесь выступает состав раствора,

а все формирующиеся в этих условиях вторичные образования равновесны со средой, в которой рождаются, и потому остаются устойчивыми в течение достаточно длительного времени. Соединения, возникающие в организмах животных, превосходят по сложности соединения, возникающие в водной среде растений, поскольку формируются в более сложном растворе — крови. Из этих соединений строятся ещё более сложные образования — отдельные органы, резко отличающиеся один от другого не только по составу, но и по морфологии, структуре, формам организации, упорядоченности, а главное — по составу воды.

Итак, во всех главных системах (царствах) — минеральной, растительной, животной и человека — действуют одни и те же принципы эволюции, обусловленные общими причинами и механизмами. Эти системы развиваются только в водной среде при химическом участии молекул воды в равновесно-неравновесных внутренне противоречивых условиях. Всё новые, более сложные образования возникают в водном растворе горных пород, растений, животных по мере непрерывного усложнения его состава и структуры. Усложнение раствора и вторичных образований происходит синхронно по мере эволюции системы вода—порода—газ—органическое вещество. Но всегда новые соединения образуются в растворе, в котором встречаются ионы химических элементов из разных источников, что обеспечивает принципиальную возможность создания новых дочерних систем, а значит, усложняющийся мир есть результат последовательной эволюции абиогенных и биогенных процессов, которые поэтому имеют много общих черт.

Идея существования общих свойств эволюции в живой и косной материи не нова, её давно развивает синергетика [7, 8, 28]. Г. Николис и И. Пригожин в книге “Познание сложного” акцентируют внимание на том, что биогенные и абиогенные системы развиваются по единым законам от простого к сложному. Наряду с самоорганизацией, нелинейностью, неравновесностью, необратимостью, открытостью систем проблема усложнения выступает центральным мотивом всего процесса эволюции. Механизмы сборки сложного, цепные реакции усложнения, принципы создания сложных структур из простых, направленность эволюционных процессов к усложнению и т.д. имеют место в косных, биокосных, клеточных, живых и других системах [8]. При этом главным компонентом, который объединяет все эти системы, является вода, контролирующая ключевую стадию эволюции — рождение новых соединений. Именно вода — связующее звено между миром живой и неживой материи.

* * *

Обнаружение преэмергентности в развитии космической, биокосной и биогенной материи открывает принципиально новые пути познания окружающего мира, механизмов его постоянного усложнения, а значит, приближает развитие аддитивных технологий. Поэтому на вопрос, вынесенный в заглавие статьи, можно ответить утвердительно. Несомненно, аддитивным технологиям принадлежит будущее, потому что они способны направить развитие цивилизации в принципиально иное русло. Доказательство этому мы находим, изучая пути развития природы. Глобальные идеи М.В. Ковальчука, безусловно, заслуживают поддержки. Представляется, что они своевременны, поскольку уже грядёт очередная промышленная революция, происходит формирование нового технологического уклада, начинается перестройка технологий. Однако природные процессы, созидающие весь окружающий нас мир, изучены явно недостаточно, и именно это обстоятельство может стать главным препятствием не только на пути разработки и внедрения аддитивных технологий, но и при движении к желаемому будущему. Поэтому требуется создание крупномасштабной междисциплинарной научной программы по выявлению основных механизмов эволюции окружающего мира, то есть для решения проблемы, которую ставил ещё Ж.-Б. Ламарк.

Поскольку стержнем любой природной эволюции является вода, предполагаемая программа должна включить всестороннее изучение этого вещества. К сожалению, созидательная роль воды в эволюции наукой до сих пор не осознана и практически не анализируется. Институтов, исследующих воду, много, но каждый из них фокусируется только на некоторых видимых её свойствах и их практическом применении. При этом суть воды как главной земной стихии, стихии, созидающей окружающий мир, определившей переход от мёртвой материи к живой, к развитию человека и ноосферы, остаётся вне научного интереса. В результате география, геология и биология — науки, которые больше других заинтересованы в познании воды, — реально не видят её ведущей роли в развитии окружающего мира. Вода в основополагающих концепциях этих наук занимает весьма незначительное место. Но если мы хотим действительно перестраивать всю техносферу планеты на новый лад, переводить её развитие на рельсы, ведущие к природной технологии, нам необходимо прежде всего заняться исследованием воды — вещества, без понимания роли которого ничего перестроить невозможно.

Проблема воды исключительно многоплановая. Изучение воды становится возможным только на атомно-молекулярном уровне и на базе

всего комплекса естественных наук, поэтому требуются новые формы организации науки, в основе которых — проблемно-ориентированные исследования, реализуемые с привлечением учёных разных специальностей. Представляется, что адекватной организационной формой мог бы стать научный центр “Вода”, включающий достаточное число лабораторий и специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковальчук М.В. Новые вызовы и приоритеты развития науки и технологий в Российской Федерации. Выступление на заседании Совета по науке и образованию при Президенте РФ, 24 июня 2015 г. URL: <http://kremlin.ru>
2. Ковальчук М.В. Конвергенция наук и технологий — прорыв в будущее // Российские нанотехнологии. 2011. № 1–2. С. 13–23.
3. Ковальчук М.В., Нарайкин О.С., Яцишина Е.Б. Конвергенция наук и технологий — новый этап научно-технического развития // Вопросы философии. 2013. № 3. С. 3–11.
4. Ковальчук М.В. От Атомного проекта к “Конвергенции” // Природа. 2013. № 12. С. 3–7.
5. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и её окружения // Вернадский В.И. Собрание сочинений. Т. 9. Биосфера и ноосфера. М.: Наука, 2013. С. 7–340.
6. Докинз Р. Самое грандиозное шоу на Земле. Доказательства эволюции. М.: Астрель; Corpus, 2013.
7. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. М.: Прогресс, 1986.
8. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. М.: Мир, 1990.
9. Марков А.В. Рождение сложности. Эволюционная биология сегодня: неожиданные открытия и новые вопросы. М.: Астрель; Corpus, 2010.
10. Чайковский Ю.В. Активный связный мир. Опыт теории эволюции жизни. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008.
11. Рябинин Г.А. Тайные грани эволюции. Основы космической безопасности. СПб.: Петрополис, 2004.
12. Shvartsev S.L. How do complexities form? // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2014. V. 84. P. 300–309; Шварцев С.Л. Как образуются сложности? // Вестник РАН. 2014. № 7. С. 618–628.
13. Заварзин Г.А. Недарвиновская область эволюции // Вестник РАН. 2000. № 5. С. 403–411.
14. Ястребов С.А. Ризома жизни: Новый виток теории эволюции // Химия и жизнь. 2015. № 9. С. 22–24.

15. *Шварцев С.Л.* Фундаментальные механизмы взаимодействия в системе вода—горная порода и её внутренняя геологическая эволюция // Литосфера. 2008. № 6. С. 3—24.
16. *Кунин Е.В.* Логика случая: О природе и происхождении биологической эволюции. М.: Центрполиграф, 2014.
17. *Ястребов С.А.* Ризома жизни: Семь аргументов Дидье Рауля // Химия и жизнь. 2015. № 10. С. 38—43.
18. *Марков А.В., Нейман Е.* Эволюция. Классические идеи в свете новых открытий. М.: АСТ; Corpus, 2014.
19. *Назаров В.И.* Современная наука за новую теорию эволюции живого // Вестник РАН. 2007. № 4. С. 316—322.
20. *Merhej V., Raoult D.* Rhizome of life, catastrophes, sequence exchanges, gene creations, and giant viruses: how microbial genomics challenges Darwin // Frontiers in cellular and infection microbiology. 2012. № 2. P. 113.
21. *Shvartsev S.L.* The basic contradiction that predetermined the mechanisms and vector of global evolution // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2015. V. 85. P. 342—351; *Шварцев С.Л.* Основное противоречие, определившее механизмы и направленность глобальной эволюции // Вестник РАН. 2015. № 7. С. 632—642.
22. *Shvartsev S.L.* Where did global evolution begin? // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2010. V. 80. P. 173—182; *Шварцев С.Л.* С чего началась глобальная эволюция? // Вестник РАН. 2010. № 3. С. 235—244.
23. *Марков А.В.* В поисках начала эволюции // Природа. 2015. № 1. С. 3—13.
24. *Вернадский В.И.* История природных вод. М.: Наука, 2003.
25. *Рассадин Ю.П.* Вода обыкновенная и необыкновенная. М.: Галерея СТО, 2008.
26. *Shvartsev S.L.* The internal evolution of the water—rock geological system // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2012. V. 82. P. 134—142; *Шварцев С.Л.* Внутренняя эволюция геологической системы вода—порода // Вестник РАН. 2012. № 3. С. 242—251.
27. *Шварцев С.Л.* Прогрессивно самоорганизующиеся абиогенные диссипативные структуры в геологической истории Земли // Литосфера. 2007. № 1. С. 65—89.
28. *Николис Г., Пригожин И.* Самоорганизация в неравновесных системах. М.: Мир, 1979.
29. *Заварзин Г.А.* Эволюция геосферно-биосферной системы // Природа. 2003. № 1. С. 27—35.
30. *Shvartsev S.L.* Water as the main factor of global evolution // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2013. V. 83. № 1. P. 124—131; *Шварцев С.Л.* Вода как главный фактор глобальной эволюции // Вестник РАН. 2013. № 2. С. 124—131.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

ПОРОДООБРАЗУЮЩАЯ РОЛЬ БИОТЫ

© 2017 г. А.С. Керженцев

Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино, Россия

e-mail: kerzhent@rambler.ru

Поступила в редакцию 20.04.2016 г.

Строматолиты и другие микробиолиты образовались в древние эпохи в результате жизнедеятельности примитивных сообществ микроорганизмов. Появилась возможность доказать, что сообщества высших организмов способны образовать более мощные слои осадочных пород. Ещё в начале прошлого века ряд геологов и почвоведов предложили почвенную теорию происхождения лёсса и других осадочных пород, но эта идея не получила признания. Функциональная экология описывает метаболизм экосистем с утилизацией отходов в форме седиментов, который геологи совместно с экологами могут проверить в модельном эксперименте. Тогда можно будет свободно читать календарь природы, зашифрованный в стратиграфических колонках геологических разрезов.

Ключевые слова: микробиолиты, литогенез, метаболизм экосистем, отходы метаболизма, седименты, биокристаллизация, гумификация.

DOI: 10.7868/S086958731706007X

Разобщение наук и узкая специализация учёных сыграли свою роль в открытии многих закономерностей в разных областях знания о природных объектах. Теперь настало время консолидации наук, объединения усилий для построения целостной картины мироздания, для понимания общих законов природы, которые позволяют ей благополучно преодолевать катаклизмы путём постоянного совершенствования своих структуры и функций.

Человек оказался единственным видом, который сумел превратиться в геологическую силу и не пожелал соблюдать законы природы. Люди ограничивают рост численности популяций всех других видов, но при этом они уже довели свою численность до предела возможности биосферы, нарушили её гомеостаз вследствие сверхпотребления

ресурсов и производства колоссальных объёмов отходов, подвергнув тем самым опасности жизнь собственной популяции. Многие действия человека противоречат законам биологии, однако он продолжает процветать в биосфере. Значит, действуют некие законы более высокого порядка, которые позволяют человечеству существовать и далее. Познавание этих законов требует интеграции разных наук в единый комплекс знаний. Об этом писали многие известные учёные-естествоиспытатели.

Геологи совсем недавно стали изучать влияние биологических процессов на формирование осадочных пород в форме микробиолитов, и к настоящему времени уже сформировалось и успешно развивается новое перспективное направление — биоминералогия, изучающая участие живых организмов в формировании осадочных пород. Первые серьёзные работы по биоминералам в 1970-е годы подготовили Г. Гениш, Ф.В. Чухров, И.Н. Крылов, С.Н. Серебряков, Ю.А. Жданов, Я.М. Самойлов, Н.П. Юшкин, А.Г. Жабин, В.А. Лучинина. В начале нынешнего века целую серию работ опубликовали Н.П. Юшкин, А.А. Баренбаум, Ю.Н. Водяницкий, А.А. Каздым, А.Г. Расулов, А.Ю. Розанов, Т.В. Литвинова, В.Г. Кузнецов и многие другие [1].

Ю.А. Жданов так сформулировал принципиальную энергетическую особенность биогенного минералообразования: «Особенность биохимических



КЕРЖЕНЦЕВ Анатолий Семёнович — доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории функциональной экологии ИФПБ РАН.

превращений заключается в том, что они как бы обходят высокие активационные барьеры, присущие обычным химическим превращениям, и одностадийный процесс заменяют множественным превращением через несколько переходных состояний и метастабильных промежуточных продуктов с минимальной энергией активации” [2, с. 111]. К биоминералам относятся кости и зубы человека и животных, раковины моллюсков, скорлупа яиц, шерсть, чешуя, коконы, паутина, различные конкременты в организмах человека и животных (камни, плотные образования, встречающиеся в полостных органах и выводных протоках желёз). Генезис большинства аутигенных почвенных минералов связан с деятельностью почвенной биоты (арагонит, железомарганцевые, железистые и карбонатные конкреции, глинистые кутаны). Строматолиты и коралловые рифы являются продуктами жизнедеятельности прокариот и полипов. Н.П. Юшкин выделил шесть типов биоминералов: биоминералы-организмы (вирусы); органогенные минералы, сформировавшиеся в живых организмах; биоминералы, сформировавшиеся вне живых организмов; биоминералы, внедрённые в организмы; биоминералы, образовавшиеся вследствие кристаллизации и химических превращений биоорганики; биоминералы, возникшие в результате кристаллизации биоминералоидов [3].

Статья В.Г. Кузнецова “Литология микробиолитов” представляет собой широкий обзор исследований уникальных геологических образований — микробиолитов — органогенных отложений, образованных в результате жизнедеятельности колоний донных микроорганизмов [4]. В настоящее время комплексное изучение микробиолитов становится важным разделом литологии. Автор подробно описал распространение, структуру и химический состав разнообразных микробиолитов (строматолитов, тромболитов, пеллет), образованных на разных континентах в разные эпохи геологической истории Земли, и выявил много новых закономерностей их распространения. Оказалось, что в архее осаждались кремнистые строматолиты, которые в протерозое сменились магнезиальными тромболитами с доломитами, а позднее, в фанерозое, — известковыми строматолитами и известняками. Древние строматолиты занимали обширные пространства морских бассейнов. Позже они переместились в прибрежную зону литорали, а на остальной части морских бассейнов их заменили тромболиты, пеллиты и песчано-глинистые отложения. По мнению В.Г. Кузнецова, “осаждение твёрдого материала происходит разными путями: при непосредственном усвоении минерального вещества и выделении его в твёрдой фазе в виде чехлов, фиксации внеклеточным органическим материалом, создании локальной геохимической среды, способствующей

переводу растворимых соединений в твёрдую фазу, и, наконец, механическом улавливании тонкого твёрдого материала органической слизью. Осаждение ионов, из которых затем образуются минералы, происходит на поверхности клеток внутри гликокаликса — внеклеточного полимерного вещества, получившего даже специальную аббревиатуру ВПВ (или международную EPS — extracellular polimeric substance), причём само осаждение провоцируется небольшим сдвигом pH, при его повышении фиксируются преимущественно ионы магния. Наличие соответствующей кислотно-щелочной обстановки — это важное, но недостаточное условие, необходимо наличие особого органического вещества, матрицы, на которой и осаждаются соответствующие карбонаты. Само же органическое вещество со временем обычно разрушается. Таким образом, роль микробиоты в осаждении карбонатов, особенно магниевых, двойка — повышение pH среды и генерация органического вещества, на котором фиксируются ионы кальция и магния” [4, с. 1096]. Лишь однажды автор упоминает важную функцию метаболизма живых систем в процессе биокристаллизации: “В.А. Лучинина [5] полагает, что в результате метаболизма, а точнее, анаболизма происходит прижизненное усвоение фосфора цианобактериями” [4, с. 1097]. Напрашивается продолжение этой важной мысли, а именно, что в результате катаболизма происходит биокристаллизация отходов метаболизма.

Особого внимания заслуживают оценки Кузнецовым изменчивости микробиолитов в масштабе геологического времени. “Спецификой архея и раннего протерозоя было наличие и даже преобладание микробиолитов кремнистого состава, в том числе в виде первоначальных строматолитов. Не исключено, что этому способствовала также кислая геохимическая среда, поскольку позднее она сменилась щелочной, в которой кремнезём относительно легко растворяется, и, соответственно, такая обстановка неблагоприятна для его осаждения. Кремнистые организмы широко представлены и в протерозое, но собственно микробиолиты относительно редки или практически не наблюдаются.

Самое массовое развитие карбонатных микробиолитов в виде строматолитов (своеобразных биоседиментарных структур) приходится на средний и поздний протерозой, когда другой биоты не было или она была в зачаточном состоянии и крайне малочисленна... Более организованная биота вытеснила микробиальные сообщества в менее благоприятные экологические условия литорали, суб- и супралиторали, в водоёмы с аномальной солёностью, что также привело к общему сокращению суммарного количества микробиальных образований и замене их породами, которые обычно называют биогенными. Это в наибольшей степени касается карбонатных пород. Одновременно происходила

смена одних карбонатных пород другими, а именно магнезитов и доломитов известняками” [4, с. 1099].

Большая цитата потребовалась для объяснения причин отмеченных автором процессов. Экологические условия литорали благоприятны для развития цианобактериальных матов. Они были благоприятны и в тёплых водах открытого океана до похолодания в протерозое, после чего биота сместилась в зону литорали. Кислая восстановительная обстановка архея и протерозоя способствовала формированию строматолитов кремнистого состава, а последующая, более щелочная, — магнезиальных, а затем и карбонатных строматолитов. Это значит, что состав строматолитов может служить маркером экосистем геологических эпох. Такими же маркерами должны стать типы осадочных пород: лёссы — продукты метаболизма степных экосистем, пески и покровные суглинки — продукты метаболизма таёжных экосистем, латериты — продукты метаболизма гилей (влажных тропических лесов).

Очень важно периодическое появление и развитие микробиолитов после глобальных биологических кризисов. В ряде случаев установлено, что после некоторых биотических кризисов и массовых вымираний биоты первыми и в достаточно значительных количествах появляются именно микробиальные образования. Такое явление отмечено на границе перми и триаса, после франкско-фаменского вымирания, реже — после позднеордовикского события (оледенения) [6, 7]. Эта эпоха характеризовалась активизацией накопления доломитов и микробиальных фосфоритов.

Приведённые примеры говорят о том, что после каждого вымирания высших организмов новая волна эволюции начиналась с господства прокариот и цианобактериальных матов, которые осваивали свободные ниши и формировали в процессе катаболизма строматолиты. Чем больше толщина микробиолитов (строматолитов), тем дольше существовала микробиальная экосистема. Эволюция жизни происходила волнами в локальных очагах и их скоплениях с наиболее благоприятными условиями, а потом распространялась за пределы ареала путём “изобретения” новых жизненных форм, адаптированных к менее благоприятным условиям. Пребывание на данной территории высших экосистем маркировалось слоями осадочных пород необломочного происхождения, прежде всего песчано-глинистых.

В.Г. Кузнецов отметил ряд характерных изменений микробиолитов в геологическом времени: “Во-первых, в истории Земли происходит некоторое относительное сокращение количества микробиолитов по отношению к другим типам осадочных отложений необломочного происхождения, прежде

всего песчано-глинистых. Во-вторых, намечается смена областей их формирования от обширных морских бассейнов к прибрежным зонам — литоралим и суб- и супралиторалим, лагунам, озёрам и прочим подобным обстановкам, часто с аномальным солевым режимом. В-третьих, начинают происходить изменения типов микробиолитов: если в докембрии преобладали строматолиты, то в фанерозое их количество последовательно сокращается, они сменяются микробиолитовыми плёнками, обособленными образованиями типа тромболитов, пеллет и т.д. В-четвёртых, происходят изменения и в их минеральном составе. Так, практически исчезли или, по крайней мере, редки кремнистые строматолиты, отчётливо сменился состав карбонатных микробиолитов” [4, с. 1100].

Как было отмечено выше, микробиолиты маркируют периоды преобладания примитивных прокариотных организмов, а их периодическое исчезновение говорит о доминировании высшей биоты, формирующей пласты осадочных песчано-глинистых пород. Смена химического состава отложений также фиксирует смену биоты: самая примитивная формирует кремнистые биолиты, далее магнезиальные, потом карбонатные. Сокращение количества микробиолитов по сравнению с песчано-глинистыми отложениями означает преобладание высшей биоты над низшей. Смена обширных морских бассейнов прибрежными зонами литорали, лагун, озёр с аномальным солевым режимом объясняется появлением брюхоногих моллюсков, питающихся бактериальными плёнками. В экстремальных условиях эти организмы не живут, а бактериальные маты процветают [8, с. 123].

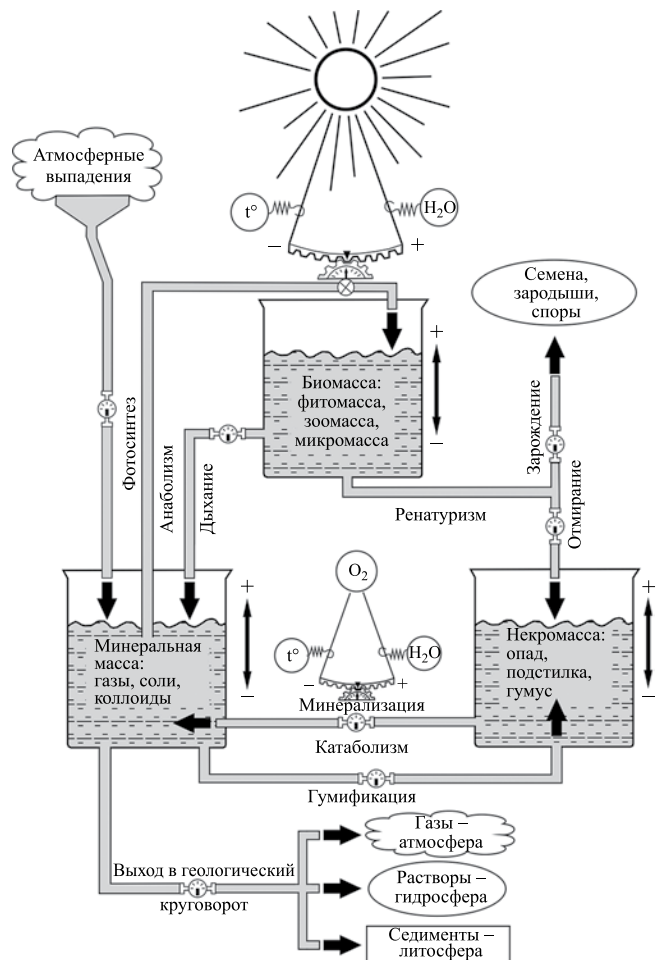
Изучение механизма функционирования экосистем показало, что биокристаллы могут образоваться в качестве отходов метаболизма живых систем (клеток, многоклеточных организмов, экосистем) как защитная реакция биоты на потенциальную токсичность избытка минеральных элементов, освобождённых в процессе катаболизма. В процессе анаболизма происходит прижизненное усвоение не только фосфора, но всей совокупности элементов, необходимых для синтеза автотрофами первичной биомассы [5]. В живом организме эти элементы проходят ряд фазовых превращений и частично выводятся из цикла метаболизма в виде отходов.

Метаболизм живых систем представляет собой последовательную циклическую смену трёх процессов, которые преобразуют массу экосистемы: анаболизм, ренатуризм и катаболизм (рис.). В процессе анаболизма минеральные элементы превращаются в живую биомассу, при ренатуризме живая биомасса переходит в мёртвую некромассу, а при катаболизме мёртвая некромасса распадается до

минеральных элементов, необходимых автотрофным организмам для осуществления анаболизма — синтеза новой биомассы [9]. Химические элементы, формирующие биомассу, поступают из отмершей биомассы в виде отходов катаболизма без энергетических затрат автотрофов, а после отмирания последних возвращаются в некротому. Из этого цикла выпадают только элементы, выделенные сапротрофами, но не востребованные автотрофами, то есть чистые отходы метаболизма, которые в результате накопления могут оказать токсическое воздействие на биоту. “Лишние” элементы подвергаются утилизации разными способами: одни выводятся из организма в виде экскрементов, которые используются другими организмами в качестве пищи, другие исключаются из цикла метаболизма, но остаются в составе организма, участвуя в росте его структурных деталей (скелет, панцирь, зубы, рога, копыта, клюв, перо, шерсть, чешуя, кокон, паутина), часть отходов формирует конкременты. После отмирания живых организмов все эти кристаллические образования выпадают из биологического круговорота в геологический, формируя слои осадочных пород.

Процессы метаболизма осуществляются на всех уровнях организации жизни (клетка, организм, экосистема). Экосистема состоит из комплекса специализированных по типам питания групп организмов (продуценты, консументы, редуценты), объединённых общим циклом метаболизма с замкнутостью круговорота 90–99% общей массы экосистемы (экомассы). Потери метаболизма экосистемы не превышают 1–10%, они компенсируются атмосферными, в том числе метеоритными, выпадениями и продуктами выветривания горных пород [10, 11].

Основные потери метаболизма экосистем возникают при переходе вещества от катаболизма к анаболизму, поскольку автотрофы используют не все элементы, выделенные сапротрофной биотой в процессе катаболизма. Для биосинтеза требуются элементы в определённых соотношениях и очередности, а их высвобождение при разложении некротомы происходит иначе. Элементы, не востребованные фитоценозом, должны либо вымываться из экосистемы, либо накапливаться в ней, оказывая токсическое воздействие на биоту. И то, и другое для экосистемы неприемлемо, поскольку ведёт к её разрушению. Природа умеет беречь ресурсы, поэтому свободные элементы подвергаются гумификации, взаимодействуя с органическими радикалами разлагающейся некротомы. Они образуют устойчивые органические соединения, которые называют общими терминами “гумус” и “сапрпель”. Эти органические матрицы связывают свободные элементы в нейтральные, безопасные для биоты соединения, которые препятствуют вымыванию



Метаболизм экосистемы

биофильных элементов из экосистемы. Сапротрофная биота, которая питается гумусом и сапротрофом, высвобождает эти элементы в качестве отходов и компенсирует дефицит питания автотрофов. При этом не все выделенные из различных фракций гумуса и сапротрофа элементы поглощаются автотрофной биотой. Невостребованная их часть подвергается биокристаллизации и пополняет осадочные породы в форме глинистых кулан, железомарганцевых, железистых и карбонатных конкреций, вторичных и первичных минералов (см. рис.). По мере накопления продукты биокристаллизации последовательно формируют минеральную основу почвенного профиля, донные отложения и пласты подпочвенных осадочных пород. Накапливаясь на протяжении геологической истории, эти седименты погружаются в нижние горизонты земной коры и под воздействием высокого давления и температур превращаются в метаморфические породы. Дальнейшее погружение в мантию Земли способствует их переплавлению в магматические породы, которые в результате тектонических процессов выносятся на поверхность и подвергаются выветриванию.

Об участии почв в формировании осадочных пород на материковых равнинах ещё в начале прошлого века писали геологи и почвоведы Л.С. Берг [12], С.С. Неуструев [13], А.Е. Ферсман [14], Б.Б. Полынов [15], Б.Л. Личков [16] и другие. Они заметили несоответствие строения и залегания некоторых осадочных пород теориям их субаквального и субаэрального происхождения. Основные разногласия вызывало происхождение лёссов и покровных суглинков. Эти споры продолжаются до сих пор, поскольку почвенная теория происхождения лёссов пока не получила общего признания в связи с отсутствием внятного толкования механизма образования в почве седиментов осадочных пород.

Из большого перечня работ, посвящённых загадочному происхождению ряда седиментов, особо выделяются: статья Б.Л. Личкова [16], посвящённая происхождению лёссов и других материнских почвообразующих пород на материковых равнинах, и статья И.А. Соколова [17], в которой автор пытается объяснить происхождение плащеобразных отложений покровных суглинков на Русской равнине.

Б.Л. Личков провёл глубокий всесторонний анализ эмпирических данных по территориальному соотношению разных типов почв и подстилающих осадочных пород на континентах и в различных природных зонах. Он упрекнул почвоведов и геологов в их привязанности к проблеме разрушения пород и игнорировании процессов их синтеза, хотя в природе синтез и распад строго уравновешены. По его мнению, “современный климат — причина и создатель современных почв, находящихся с ним в равновесии. А эти почвы в процессе своей динамики создали весь комплекс подлежащих им горных пород, определив ход литогенезиса на протяжении всей современной эпохи. Почвенный покров во все периоды истории Земли творил земную кору на материках. Не порода создавала почвы, а почвы творили новые горные породы” [16, с. 562]. Так автор объяснил географическую зональность почвообразующих пород, отмеченную многими почвоведом и геологами того времени: “Каждая почва всегда творила и творит непосредственно под собой новые породы, производя отложение осадков из своих почвенных растворов; именно поэтому под каждой зональной разновидностью почв породы, естественно, должны быть иными, откуда вытекает, что творимый почвами осадочный покров пород, очевидно, тоже должен носить неизбежно черты зональности” [16, с. 551]. В качестве механизма воздействия почвы на подстилающую породу был назван иллювиальный процесс: “Творческая породообразующая функция почвы сосредоточена была в нижнем горизонте почвы С, носящем иллювиальный характер. Иллювий — вот, таким образом, разгадка материкового литогенезиса” [16, с. 561].

И.А. Соколов заявил: «В истории формирования чехла поверхностных отложений, служащих почвообразующими породами, наиболее сложной и дискуссионной проблемой, безусловно, является загадка происхождения “покровных суглинков”. Этот объект обладает столь парадоксальным комплексом свойств, что до сих пор не только не удалось создать более или менее общепринятой теории генезиса покровных суглинков, но не существует и единого мнения об определении самого понятия “покровный суглинок”, о параметрах, диагностирующих этот загадочный природный феномен» [17, с. 165]. По его мнению, современные гипотезы не способны объяснить плащеобразный характер залегания покровных суглинков на любых доголоценовых элементах рельефа, на любых подстилающих породах с ясными пространственными границами, отсутствие ясной горизонтальной слоистости, большую (часто максимальную) мощность на водоразделах, включение фрагментов почвенных горизонтов, локальность и индивидуальность плащей (покровов), сравнительно слабые признаки выветривания, резкий контраст с подстилающей породой и независимость от состава подстилающих пород.

Все отмеченные особенности покровных суглинков И.А. Соколов объясняет последствием отступления ледникового покрова (с образованием мощных водных потоков в результате таяния льдов) и осадением взвешенных частиц на поверхности моренных отложений. Удивительно, что в очень большом списке литературы автор не приводит работ Л.С. Берга, С.С. Неуструева и Б.Л. Личкова, в которых изложена и хорошо аргументирована почвенная гипотеза литогенеза, объясняющая загадочные свойства покровных суглинков, лёссов и других осадочных пород. Например, границы локальных плащей и их состав зависят от типа почв, а мощность плащей — от длительности периода жизни данной почвы на конкретной территории. Залегание на любых породах и элементах рельефа происходит в результате смещения климатических и ландшафтных зон при наступлении и отступлении ледника или аридизации, а максимальная мощность плаща на водоразделах объясняется повышенной активностью метаболизма экосистем в условиях плакора (водораздельные пологие равнины и плато) при отсутствии денудации (совокупность процессов сноса и переноса продуктов разрушения горных пород в пониженных участках земной поверхности, где происходит их накопление) [13, 15, 18].

Пока упомянутая гипотеза не может ответить на ряд важных вопросов, например, как связан состав седиментов с типами почв, какова скорость седиментации синтезированных почвой осадочных пород, какова количественная зависимость мощности

отложений от длительности периодов стабильного климата. Ответы на них могут быть получены путём совместных исследований и экспериментов геологов, почвоведов и экологов при изучении типичных природных экосистем.

То обстоятельство, что геологи с их масштабным типом мышления, глобальной методологией и современным уровнем оснащения высокоточными приборами и оборудованием стали уделять внимание процессам биокристаллизации и синтеза различных минералов с участием живых организмов, даёт надежду на скорое раскрытие механизмов образования строматолитов цианобактериальными матами и обычных осадочных пород современными экосистемами и экосистемами древних геологических эпох. В этом случае стратиграфическая колонка геологических обнажений и разрезов получит более надёжную аргументацию. Осталось сделать один шаг от литогенеза строматолитов цианобактериальными матами к литогенезу покровных суглинков обычными экосистемами земной суши.

Кристаллизация в гелях почвенного раствора и разлагающейся отмершей биомассы — вполне естественный процесс, который протекал во все периоды существования живой природы [19]. Просто геологи слишком долго увлекались процессами разрушения горных пород и не замечали процессов их синтеза в процессе метаболизма экосистем. Разобщённость биологов и геологов затрудняла обмен знаниями, хотя многие учёные настаивали на комплексном изучении всей совокупности природных явлений. Ещё в начале XX в. В.В. Докучаев писал: “Необходимо иметь в виду, по возможности, всю единую, цельную и нераздельную природу, а не отрывочные её части... иначе мы... никогда не будем в состоянии учесть, что принадлежит одному, а что другому фактору” [20, с. 399]. Его ученик В.И. Вернадский развил и продолжил традицию цельного восприятия природы как объекта исследований. Об этом хорошо сказал Н.В. Тимофеев-Ресовский: “Вернадский строго и точно и, главное, количественно показал, что большинство так называемых осадочных горных пород (не вулканических, первичных горных пород, а вторичных, осадочных) являются в основном результатом жизнедеятельности живых организмов” [21, с. 315]. В.И. Вернадский поддержал смелую идею Б.Л. Личкова об участии почвы в формировании осадочных пород и рекомендовал его статью для публикации в журнале “Известия АН СССР” [16].

* * *

Интеграция наук и взаимодействие специалистов разного профиля стали приносить желаемые плоды новых оригинальных идей. Совместная работа ботаников, почвоведов, гидрологов, математиков

и “технарей” привела к рождению функциональной экологии, изучающей механизм функционирования экосистем [9]. Взаимодействие биологов с экономистами позволило найти надёжный и экономный способ учёта массы корней деревьев без проведения трудоёмких раскопок [22]. Совместные исследования геологов и микробиологов доказали, что строматолиты и другие микробиолиты возникли в результате жизнедеятельности цианобактериальных матов — примитивных экосистем древности. Это позволяет сделать предположение: если примитивные экосистемы оставили такие яркие следы в геологической истории Земли, то современные более мощные экосистемы должны оставить более крупные и не менее яркие следы.

В начале XX в. российские геологи и почвоведы предложили почвенную теорию происхождения лёссов и других осадочных пород на материковых равнинах, но не дали ясного описания механизма этого процесса. Современные геологи обладают мощной экспериментальной базой, которая позволяет им доказать процесс биокристаллизации почвенных растворов в гелях при разложении отмершей биомассы. Если это произойдёт, тогда будут получены ответы на вопросы, поставленные уже функциональной экологией: как связан состав седиментов с типами почв; какова скорость седиментации синтезированных почвой осадочных пород; как количественно зависит мощность отложений от длительности периода стабильного климата. Тогда учёные смогут свободно читать календарь природы, зашифрованный в стратиграфических колонках геологических разрезов в любой точке земного шара.

Автор выражает глубокую благодарность своим коллегам А.А. Ильиной, С.М. Севостьянову и Р.В. Трашееву за помощь в создании уникального рисунка, отображающего принцип действия метаболизма экосистемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Минералогия и жизнь: происхождение биосферы и коэволюция минерального и биологического миров, биоминералогия // Материалы IV Международного семинара. Сыктывкар: Геопринт, 2007.
2. Жданов Ю.А. Узловое понятие современной теоретической химии // Вопросы философии. 1977. № 1. С. 12–23.
3. Юшкин Н.П. Структура и проблемы биоминералогии. Сыктывкар: Геопринт, 2003.
4. Kuznetsov V.G. Lithology of Microbiolites // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2012. № 6. P. 523–532; Кузнецов В.Г. Литология микробиолитов // Вестник РАН. 2015. № 12. С. 1092–1102.

5. Лучинина В.А. Кембрийские водорослевые постройки и фосфатогенез. Фанерозойские рифы и кораллы СССР. М.: Наука, 1986.
6. Kershow W., Crosquin S., Collin P.-Y. Microbiolites and rapid environmental change in carbonate systems: paleogeographic and paleoecological perspectives // 19-th IAS. 2014. Geneva.
7. Кузнецов В.Г. Бескаркасные рифы – типы, строение, положение в геологическом разрезе // Литология и полезные ископаемые. 1996. № 5–6. С. 27–36.
8. Лейн Н. Лестница жизни: десять величайших изобретений эволюции. М.: АСТ; CORPUS, 2014.
9. Керженцев А.С. Функциональная экология. М.: Наука, 2006.
10. Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. М.: ВИНТИ, 1995.
11. Марчук Г.И., Кондратьев К.Я. Приоритеты глобальной экологии. М.: Наука, 1992.
12. Берг Л.С. О почвенной теории образования лёсса // Известия Географического института. 1926. № 1. С. 73–92.
13. Неуструев С.С. Почвенная гипотеза лёссообразования // Природа. 1925. № 1–3. С. 11–17.
14. Ферсман А.Е. Геохимия. Т. XXI. Л.: Изд-во АН СССР, 1934.
15. Польшов Б.Б. Кора выветривания. Ч. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1934.
16. Личков Б.Л. Современный литогенезис на материковых равнинах // Известия АН СССР. Серия географическая и геофизическая. 1945. № 5–6. С. 547–564.
17. Соколов И.А. Загадочные феномены и проблемы их генезиса. Покровные плащеобразные отложения // Почвообразование и экзогенез. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 1997.
18. Берг Л.С. Некоторые соображения о последне-ковских изменениях климата и о лесостепе // Вопросы географии. 1950. Т. 23. С. 57–84.
19. Гениш Г. Выращивание кристаллов в гелях. М.: Мир, 1973.
20. Докучаев В.В. Сочинения. Т. IV. М.: Изд-во АН СССР, 1951.
21. Тимофеев-Ресовский Н.В. Истории, рассказанные им самим, с письмами, фотографиями и документами. М.: Согласие, 2000.
22. Суховольский В.Г. Экономика живого. Новосибирск: Наука, 2004.

**ВРЕМЕНА И ПРАВЫ:
МЕМОУАРЫ, ПИСЬМА, ДНЕВНИКИ**

СТАНОВЛЕНИЕ: Н.Д. КОНДРАТЬЕВ И ЕГО УЧИТЕЛЯ

К 125-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ВЫДАЮЩЕГОСЯ ЭКОНОМИСТА

© 2017 г. В.С. Соболев

*Санкт-Петербургский филиал Института истории естествознания и техники РАН,
Санкт-Петербург, Россия*

e-mail: vlad_history@mail.ru

Поступила в редакцию 12.10.2016 г.

Замечательный учёный-экономист Н.Д. Кондратьев рано приобрёл мировую известность. Достижению высот большой науки решающим образом способствовали поддержка и творческое общение со старшими коллегами, учителями, в первую очередь академиками А.С. Лаппо-Данилевским и М.М. Ковалевским, о чём рассказывается в краткой статье и о чём свидетельствуют впервые публикуемые недавно выявленные архивные документы.

Ключевые слова: Н.Д. Кондратьев, А.С. Лаппо-Данилевский, М.М. Ковалевский, преемственность в развитии науки, научное наследие, архивные источники.

DOI: 10.7868/S0869587317060081

В марте 2017 г. исполнилось 125 лет со дня рождения выдающегося экономиста и социолога, учёного необычайного дарования и провидческой мощи Николая Дмитриевича Кондратьева. В истории российской науки известно немного подобных интеллигентов-учёных в первом поколении, и мы вправе говорить о “феномене Кондратьева”. В приложении к настоящей статье публикуются три документальных источника, которые в известной степени дополняют представление о пути в науку нашего выдающегося соотечественника.

Выходец из многодетной крестьянской семьи, Николай Дмитриевич всего через десять лет после окончания Петроградского университета своими научными трудами приобрёл мировую известность и авторитет в учёном сообществе. Но это был многотрудный путь. В письме к жене Е.Д. Кондратьевой от 3 февраля 1922 г. он писал о своих многолетних невероятных усилиях, о суровом ригоризме в быту и чувствах, которые позволили ему преодолеть “нулевой цикл” выходца из народа и достичь высот интеллектуальной культуры [1, с. 287].

Весной 1911 г. Н.Д. Кондратьев экстерном сдал экзамены на аттестат зрелости в 1-й Костромской



Николай Дмитриевич Кондратьев.
1892–1938

гимназии и осенью того же года поступил на юридический факультет Петербургского университета. Мы публикуем текст представления о назначении выпускнику университета Н.Д. Кондратьеву стипендии “с целью подготовки его к профессорскому званию” (приложение 1). В этом документе, подписанном

СОБОЛЕВ Владимир Семёнович – доктор исторических наук, заведующий сектором Санкт-Петербургского филиала ИИЕТ РАН.

трем университетскими профессорами, говорится, что в годы учёбы Кондратьев принимал деятельное участие в семинариях и кружках, которыми руководили яркие представители науки того времени — М.И. Туган-Барановский, А.С. Лаппо-Данилевский, Л.И. Петражицкий (всего упоминается восемь научных студенческих объединений).

Статьи талантливого студента публиковались в солидных научных изданиях “Новые идеи в социологии”, “Новые идеи в экономике”, “Историческое обозрение”, “Жизнь для всех” и др. Педагоги считали необходимым упомянуть то важное для самостоятельной научной работы обстоятельство, что Кондратьев обладал достаточным знанием французского и немецкого языков и изучал английский.

В документе подтверждается факт “полной не-обеспеченности” студента, жившего в течение всего времени обучения в университете на личные заработки или на стипендию.

Сегодняшние историки науки отмечают верность высоким нравственным идеалам многих представителей дореволюционной университетской профессуры, корифеев и подвижников науки. Одно из проявлений этического кодекса учёного того времени — всемерная поддержка талантливых учеников независимо от их социального происхождения и положения. При этом учителя стремились не только открыть им дверь в большую науку, но и с деликатностью заботились о хлебе насущном для своих несостоятельных учеников.

В судьбе Н.Д. Кондратьева роль такого наставника сыграл выдающийся учёный академик М.М. Ковалевский, при котором в бытность свою студентом Николай Дмитриевич состоял секретарём. В статье, посвящённой памяти учителя, Кондратьев, в частности, отмечал: «М.М. давал своим упорным трудом яркий пример продуктивной работы и затем сердечно приветствовал всякую попытку самостоятельного исследования и вообще творчества своих учеников. У него не было ни авторитетной нетерпимости, ни чувства соперничества, и он охотно терпел встречное мнение. “Внутренняя свобода” — вот источник той удивительной “теплоты” и ласкающей “мягкости”, с какой он относился к людям; вот та духовная сила его личности, которую он глубоко и благородно влиял на учеников. М.М., кажется, никогда не держал себя как учитель. Я не помню ни одной “магистерской” ноты в его голосе: мы встречали в его лице не просто учителя, но учителя-друга. Вместо формальных требований и учительских директив мы видели его сердечное

участие и совет» [2, с. 186, 187]. Ученику оказались близки идеи общественного служения, носителем которых был “семидесятник” М.М. Ковалевский, всегда остававшийся для него одним из высших научных авторитетов.

Ещё одной из ступеней восхождения Н.Д. Кондратьева к вершинам науки стало его активное участие в работе семинария по методологии истории, которым руководил академик А.С. Лаппо-Данилевский. По документам личного фонда Лаппо-Данилевского, хранящегося в Санкт-Петербургском филиале Архива РАН (Ф. 113), нам удалось установить, что семинарий объединял 14 студентов разных факультетов, связанных общностью научных интересов, а также личным общением с руководителем. Увлечённость, глубокая проработка многочисленных первоисточников сблизили Кондратьева с Лаппо-Данилевским. В 1912/13 академическом году Кондратьев подготовил доклад по общеполитической проблеме “Учение о случайности”. Намеченные в этом докладе идеи позднее были развиты в обстоятельном исследовании “Основные учения о законах развития общественной жизни”, опубликованном в солидном научном издании [3].

В 1913/14 академическом году Н.Д. Кондратьев подготовил доклад “О теории ценностей”. В упомянутом выше архивном фонде А.С. Лаппо-Данилевского сохранились тезисы этого доклада под названием “О философии ценностей Г. Мюнстерберга”, приложением к которому стала таблица системы ценностей [4, с. 138—140]. Можно предположить, что серьёзная проработка теории ценностей помогла Кондратьеву в его будущих исследованиях проблем хозяйственной конъюнктуры, экономической статистики и динамики. Публикуемые здесь фрагменты из статьи Н.Д. Кондратьева “Теория истории А.С. Лаппо-Данилевского (К двадцатипятилетию его научно-литературной деятельности)” свидетельствуют о плодотворном научном сотрудничестве учителя и ученика (приложение 2). В Санкт-Петербургском филиале Архива РАН хранится ряд писем Кондратьева к Лаппо-Данилевскому. Эти документы свидетельствуют об их духовной близости. Мы публикуем одно из этих писем, датированное 19 октября 1918 г. (приложение 3).

Творческое общение Н.Д. Кондратьева с выдающимися русскими учёными того времени, безусловно, способствовало проявлению его незаурядного дарования, достижению им высот большой науки и подлинной интеллигентности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Шайкин В.В., Клюкин П.Н.* Жена Н.Д. Кондратьева Евгения Давидовна Дорф: новые биографические данные // Наследие Н.Д. Кондратьева и современность / Под ред. П.Н. Клюкина. СПб.: Алетейя, 2014. С. 272–321.
2. *Кондратьев Н.Д.* М.М. Ковалевский как учитель // Вестник Европы. Пг., 1916. Май. Кн. 5. С. 183–188.
3. *Кондратьев Н.Д.* Основные учения о законах развития общественной жизни // Новые идеи в экономике / Под ред. М.И. Туган-Барановского. Сб. 5. СПб., 1914. С. 1–53.
4. Санкт-Петербургский филиал Архива РАН. Ф. 113. Оп. 1. Д. 337.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Представление о назначении Н.Д. Кондратьеву стипендии после окончания Петроградского университета с целью подготовки его к профессорскому званию

Окончивший курс с дипломом 1-й степени Николай Дмитриевич Кондратьев, из крестьян Костромской губернии, родился 4 марта 1892 г., вероисповедания православного. Образование им было последовательно получено в церковно-приходской школе (1900–1903), в образцовой двухклассной церковно-приходской школе (1903–1906), в учительской школе один год (1906–1907), в училище земледелия и садоводства (один год 1907–1908), на Петроградских общеобразовательных курсах А.С. Черняева (1908–1911). В 1911 году весной он выдержал при первой Костромской гимназии экзамен на аттестат зрелости и осенью того же года поступил на Юридический факультет Петроградского Университета, который и окончил в нынешнем году.

За время пребывания в Университете он принимал деятельное участие, путём представления докладов и участия в прениях, в работах кружков, семинариев и практических занятий приват-доцента М.И. Туган-Барановского, академика А.С. Лаппо-Данилевского, профессора Л.И. Петражицкого, приват-доцента С.И. Солнцева, приват-доцента В.В. Святловского, приват-доцента М.В. Птухи, приват-доцента А.И. Буковецкого и у меня. Предметом своих докладов он избрал как общефилософские темы, так и специальные политико-экономические.

За время с 1912 по 1915 год он состоял членом двух обществ: Костромского научного по изучению местного края и Кинешемского научного по изучению местного края, а равно принимал участие в работах обоих названных обществ.

Из напечатанных работ Н.Д. Кондратьева можно указать:

- статьи в “Жизни для всех” (1912, № 5), в “Новых идеях в социологии” (1914, сборники № 3 и № 4), в “Новых идеях в экономике” (1914, сборник № 5), в “Историческом обозрении” (т. XIX и т. XX);
- исследование “Развитие хозяйства кинешемского земства Костромской губ.”, 1915, принятое в качестве дипломной работы.

По моему указанию, в последний год пребывания в Университете, он занялся изучением школы физиократов. В этом случае он остановился на основателе этой школы Фр. Кенэ и в результате представил мне обширную письменную работу о Кенэ, оставшуюся пока неоконченной в силу необходимости подготовки к экзаменам. В этой последней он, между прочим, исходит из совершенно верного положения, что так называемая система Кенэ представляет собою нечто целое и что подходить к ней необходимо как к целому, то есть, что политико-экономическое учение Кенэ находится в тесной связи с его общефилософскими воззрениями и что оно должно быть постигаемо и изложено лишь в освещении последними.

Н.Д. Кондратьев обладает достаточным для научных занятий знанием французского и немецкого языков и, кроме того, продолжает заниматься изучением английского языка.

Считаясь с полной необеспеченностью Н.Д. Кондратьева, я почтительнейше ходатайствую перед факультетом о назначении ему стипендии или из средств Министерства Народного Просвещения, или, если это уже поздно, из сумм, находящихся в распоряжении Университета и факультета. Основанием моего ходатайства в этом случае является также и то обстоятельство, что Н.Д. Кондратьев, во время своего долгого и разнообразного ученичества, почти всё время жил или на личные заработки, или на стипендии. Юридический факультет за последний год пребывания Н.Д. Кондратьева в университете нашёл возможным по моему представлению дать ему очень крупную стипендию имени Бенедиктова (615 руб.), чтобы он мог в это время посвятить себя всецело научным занятиям.

Подлинное подписал профессор И. Чистяков. Всецело присоединяюсь к означенному ходатайству. Подписал: профессор П.П. Мигулин. Присоединяюсь к рекомендации. Подписал: Максим Ковалевский. С подлинным верно: Секретарь Совета.

Центральный государственный исторический Архив Санкт-Петербурга (ЦГИА СПб). Ф. 14. Оп. 1. Д. 1.087. Л. 2–3.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Из статьи Н.Д. Кондратьева
“Теория истории А.С. Лаппо-Данилевского (К двадца-
типятилетию его научно-литературной деятельности)”**

Академик А.С. Лаппо-Данилевский известен больше всего как серьёзный и вдумчивый историк. В частности, его выдающийся труд — “Организация прямого обложения в Московском государстве от времён смуты до эпохи преобразований” — явился ценным вкладом в историю экономического развития России и получил соответствующее признание со стороны таких авторитетов в этом вопросе, как покойный профессор В.О. Ключевский, П.Н. Милюков и др. Заслуги А.С. Лаппо-Данилевского засвидетельствованы также избранием его в Академию наук.

Но за последнее время А.С. Лаппо-Данилевский, не оставляя своих специальных историко-экономических работ, подошёл и к работам более общего социологического и философского характера, т.е. к тем работам, которые, расширяя кругозор для полёта мысли, вносят и систематизацию в состав чисто эмпирических знаний. Плодом таких работ явился его новый труд — “Методология истории”.

А.С. Лаппо-Данилевский, как философ и социолог, известен пока в менее широких кругах, чем как историк. Ввиду этого нам казалось наиболее ценным остановиться именно на последней его, новой работе, т.е. на “Методологии истории”.

“Методология истории” А.С. Лаппо-Данилевского в полном смысле слова стоит на уровне философского развития нашего времени. В силу этого она требует и надлежащего подхода к себе. Чтобы успешнее выполнить такое требование и уловить общий философский “дух” труда, нам важно знать: к каким философским течениям больше всего тяготеет её автор? Несомненно к критическим, к неокантианским...

Однако и на основании данного изложения можно определённо сказать, что руководящими философскими идеями А.С. Лаппо-Данилевского, действительно, служат идеи современной критической философии. Критическая философия второй половины XIX века особенно ясно формулировала три проблемы. Первая, это — проблема “сознания вообще”. Вторая — проблема теории познания, независимой от психологии. Наконец, третья, это — проблема ценности и, в связи с этим, проблема обоснования системы индивидуализирующего (идиографического) знания. Совершенно ясно, что определённое решение именно этих трёх проблем является исходным основанием и в построении А.С. Лаппо-Данилевского...

Он примкнул к новому идиографическому направлению. Но вместе с Риккертом и в противовес некоторым представителям идиографической

теории, как Виндельбанд, он подчеркнул не только различие обобщающей и индивидуализирующей точек зрения, а также и общие черты их. Это общее он основательно усмотрел в их общей задаче: задаче той и другой точки зрения в стремлении к систематическому единству нашего знания. Затем он не ограничился, подобно чистым философам, как Виндельбанд, Риккерт и др., выставлением лишь общих и принципиальных положений теории истории, но дал также и детальную разработку специальных вопросов в виде источниковедения. В то же время он на протяжении всей работы остаётся верен принятой им теоретико-познавательной точке зрения.

Таким образом, труд А.С. Лаппо-Данилевского стоит на уровне как общеполитического, так и специально-исторического знания; к тому же он соединяет в себе лучшие достоинства того и другого, а в отдельных вопросах указывает и новые пути”.

Санкт-Петербургский филиал Архива РАН (СПФ АРАН). Ф. 113. Оп. 2. Д. 27. С. 105, 106, 116, 123, 124. Это отдельный оттиск статьи с авторским автографом: “Дорогому учителю Александру Сергеевичу Лаппо-Данилевскому от благодарного ученика — автора. 1915 г., 5 апреля”.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Письмо Н.Д. Кондратьева
А.С. Лаппо-Данилевскому от 19 октября 1918 г.**

Дорогой Александр Сергеевич!

При свидании с Вами Вы изъявили желание, чтобы осенью я уведомил Вас, буду ли я жить в Петрограде или нет (в связи с работами социологического общества). Теперь я имею возможность ответить на этот вопрос. По-видимому, у меня не будет благоприятных условий для приезда жить в Петроград этой зимой.

Я остаюсь пока в Москве, заведую экономическим отделом Центрального товарищества льноводов и в качестве преподавателя Университета Шанявского. Но у меня, Александр Сергеевич, есть к Вам просьба и советы. На днях от ректора Нижегородского Университета я получил предложение занять кафедру политической экономии в Нижегородском Университете. В этом предложении есть для меня много привлекательного. Это возвращает меня определённо и уже полностью к научной жизни. Но у меня есть и опасения. Я не знаю, имею ли я моральное право на занятие кафедры, не получив проверки своих знаний хотя бы на магистерском экзамене. И я не знаю также, не сделаю ли я легкомысленный шаг в глазах, по крайней мере, наиболее уважаемых мною представителей академической жизни.

Крайне извиняясь за беспокойство, я бы очень просил Вас, Александр Сергеевич, не отказать

мне в своём совете и поддержке. Я в нём очень нуждаюсь.

Так как у меня просили ответ в спешном порядке, я написал ректору, дав лишь условное и принципиальное согласие, но оставив за собой право обдумать предложение всесторонне. Одновременно я пишу Вам.

Профессора Мануилова в Москве нет, и я его не мог увидеть, не мог передать ему и Ваше письмо и оттиск. Не мог я и поговорить с ним по интересующему меня вопросу.

Несмотря на глубокую веру в будущее, на всё желание отдаться научным работам, на душе очень тяжело.

События идут по определённому руслу, но с отклонениями, колебаниями и задержками. Исход

их можно в общих чертах предвидеть, но переживать тяжело. Мы к тому ж страдаем способностью мысленно устранять их в желательном направлении, а затем разочаровываться и падать духом, когда сталкиваемся не с воображаемой, а с реальной действительностью.

Как живёте Вы, Александр Сергеевич? Я ужасаюсь, когда вспоминаю о Вас и Петрограде. Желаю Вам быть благополучным и успехов в работе. Горячий привет мой Елене Дмитриевне. О Тимофее Ивановиче Райнове не имею никаких сведений.

Преданный и благодарный Вам Н. Кондратьев.

Адрес: Москва, Б. Лубянка, 15, Центральное т-во льноводов.

СПФ АРАН. Ф. 113. Оп. 3. Д. 194. Л. 3–4. Автограф.

ЭТЮДЫ ОБ УЧЁНЫХ

ПУТЬ К НОВОЙ РАЦИОНАЛЬНОСТИ

*К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
ИНОСТРАННОГО ЧЛЕНА АН СССР/РАН И.Р. ПРИГОЖИНА*

© 2017 г. Н.В. Вдовиченко

Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, Москва, Россия

e-mail: vnv1940@gmail.com

Поступила в редакцию 26.12.2016 г.

Мы привыкли жить в детерминированном мире, в котором знание состояния системы в определённый момент позволяет однозначно описать будущее. Такое представление, сформированное ещё Исааком Ньютоном, удалось поколебать Илье Пригожину и его ученикам. Им удалось показать, что всё гораздо сложнее, что нестабильность порождает неоднозначность и что будущее состояние системы в лучшем случае можно описать только вероятностно.

Ключевые слова: время, энтропия, нестабильность, необратимость, детерминизм, динамический хаос, ансамблевый подход, бифуркация, флуктуации.

DOI: 10.7868/S0869587317060093



Илья Романович Пригожин. 1960-е годы

Исполнилось 100 лет со дня рождения Ильи Романовича Пригожина (25.01.1917–28.05.2003), бельгийского и американского физикохимика русского происхождения, нобелевского лауреата по химии, удивительного учёного, предложившего

по-новому взглянуть на мир и его фундаментальное устройство¹. Юбилей – возможность не просто вспомнить человека, но и отдать должное тому, что он оставил миру. А оставил Илья Романович немало. Многократно был награждён за свои труды, многими был обожаем, многими отвергаем, шёл к своей звезде, несмотря на жестокое сопротивление среды, шёл спокойно и уверенно, ибо основная идея, которую он пытался воплотить, была имманентна ему, пронизывала всё его существо и, по-видимому, определяла его жизненный путь. Идея эта касается времени и жизни, науки и культуры, а то, что стоит за этими словами, и составит предмет предлагаемого очерка.

Пригожин жизнь положил на преодоление барьера, который современная наука воздвигла между человеком и природой, выведя его за пределы своего рассмотрения, сделав “объективным” наблюдателем, смотрящим на природу как бы со стороны. На этом пути наука достигла многого, но и потери оказались велики. Стремление к предельной ясности и точности привело к таким упрощениям,

ВДОВИЧЕНКО Наталия Васильевна – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник сектора истории физики и механики отдела истории физико-математических наук ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН.

¹ Нобелевская премия по химии 1977 г. присуждена И.Р. Пригожину “за его вклад в неравновесную термодинамику, особенно за теорию диссипативных структур”.

вместе с которыми незаметно исчезли важнейшие пружины самого бытия — время, нестабильность, необратимость, эволюция... Нет-нет, сами понятия и термины оставались, но их участие на “театре действий”, по существу, упразднилось. Так вот, Пригожин постепенно, шаг за шагом, восстанавливал их в правах.

А начиналось всё с музыки. Музыка, которую он называл “структурированным временем”, вошла в его жизнь первой. Благодаря матери, пианистке Юлии Вихман, игре на фортепиано и нотной грамоте он выучился раньше, чем чтению, и до 16 лет думал, что вся последующая его жизнь будет отдана именно музыке. Отец же, Рувим Абрамович Пригожин, был химиком-технологом, выпускником химического отделения Императорского Московского технического училища. В 1913 г. он организовал у Крестовской заставы, тогдашней окраины Москвы, лакокрасочное производство, которое в 1918 г. было национализировано, а его владелец назначен директором. В 1921 г., когда начались аресты, он предпочёл уехать из России и увести семью. В результате многочисленных переездов — Россия, Литва, Германия, — связанных с непростыми жизненными обстоятельствами в те очень непростые исторические времена, в 1929 г. семья окончательно обосновалась в Бельгии, где мальчик учился в школе, играл на фортепиано, увлекался историей, археологией и философией. Читал с восторгом А. Бергсона. Особенно сильное впечатление на него произвело сочинение “Творческая эволюция” и содержащиеся в нём слова: “Чем более глубоко мы изучаем природу времени, тем лучше мы понимаем, что длительность означает изобретение, создание форм, непрерывное создание абсолютно нового” [1]. С тех пор загадка природы и особых свойств времени поселилась в его душе.

В 16 лет, окончив школу, юноша поступил на классическое (греко-латинское) отделение Высшей школы искусств в Икселе и собирался продолжать в том же духе и дальше, выбирая между историей и музыкой. Однако родители, учитывая гуманитарные склонности сына, посоветовали ему заняться делом более практическим — юриспруденцией. Будучи по природе своей человеком ответственным, Пригожин решил, что юрист должен хорошо знать человеческую психологию, и приступил к её изучению, но не понимал ничего, так как имел образование чисто гуманитарное, а надо было проникать в нейрофизиологию, от неё — в биологию, химию, физику, математику. Пришлось полностью переориентироваться, и он пошёл по стопам отца и старшего брата на химический факультет Свободного университета Брюсселя, окончил его перед войной и именно там получил первый ответ-намёк на мучивший его с малых лет вопрос. “Во всех предметах, которые мне нравились, время играло особую

роль, шла ли речь о постепенном возникновении цивилизаций, этических проблемах, связанных со свободой человека, и временной организацией звуков в музыке. <...> Я часто спрашивал своих учителей о смысле времени, но их ответы были весьма противоречивы. Для философов смысл времени был одной из труднейших проблем, тесно связанных с этикой и самой природой человеческого бытия. Физики находили мой вопрос несколько наивным, поскольку, по их мнению, ответ на него был дан ещё Ньютоном и впоследствии уточнён Эйнштейном. Такие ответы вызывали у меня одновременно и изумление, и разочарование” [2, с. 55, 56].

Мечтой его юности было “способствовать унификации естественных наук и философии через решение загадки времени” [2, с. 61]. Свою мечту он выразил в трёх коротких заметках, написанных для студенческого журнала ещё в 1937 г. (в 20 лет!).

Мы привыкли жить в детерминированном мире, где всё состоит из частиц, которые движутся согласно уравнениям механики, а наблюдатель выведен за скобки из мира природы и стоит как бы над ним. Зная скорости и координаты частиц в какой-то момент времени (например, измерив их), мы узнаём и всю их историю, и не только вперёд, но и назад, так как уравнения движения не зависят от знака времени. Таким образом, весь мир лежит перед нами как на ладони. Времени нет, потому что все его моменты неотличимы друг от друга, и мы можем гулять по ним в любом направлении. Очень удобная модель, тем более что позволяет чувствовать себя всемогущим, почти что Богом. Но так ли она хороша, эта модель, ведь сами-то мы в ней отсутствуем. При таком подходе считается, что не всё пока объяснено (но объяснимо в принципе), потому что на самом деле мы, конечно, не боги: не можем провести абсолютно точные измерения, не можем обозреть большие массивы частиц, но это связано только с ограниченностью наших возможностей. Постепенно совершенствуясь, мы будем приближаться к идеальному знанию обо всём. А тем временем придумываем разные ухищрения типа статистического описания больших систем, теории ансамблей, которые позволяют вполне сносно, хотя и не точно описывать всё, что доступно классической динамике. Всё ли? На самом деле мы можем описать — и в этом смысле понять — только то, что можем, а на остальное закрываем глаза. Остального как будто и нет. Но оно есть и постоянно напоминает о себе. Это касается в первую очередь всяких необратимых явлений — тепловых процессов, биологических объектов и даже космоса, который на протяжении тысячелетий представлялся вечным и неизменным, не говоря уже о проблеме времени — что оно такое, существует ли на самом деле или это наша иллюзия. Кстати, в классической механике оно действительно иллюзорно,

потому что служит лишь маркером при сравнении различных положений. А вот в жизни вряд ли кто-нибудь с этим согласится. К примеру, А. Койре называл движение в классической динамике “движением, не связанным с временем, или, что ещё более странно, движением, происходящим во вне-временном времени, — понятием столь же парадоксальным, как изменение без изменения” [цит. по: 3, с. 23].

Наука XIX в. стремилась преодолеть барьер между необратимостью тепловых процессов и индифферентностью ко времени частиц, участвующих в этих процессах. Классическая механика оставалась предметом безоговорочной веры, и любое новое или просто непонятое явление требовало механистического обоснования. Это касалось не только теплоты, но и, например, электричества. Так, Дж.К. Максвелл, пытаясь проникнуть в суть электрических явлений, буквально мастерил механическую модель поля из шестерёнок, и только выход за пределы существующих понятий — введение так называемого тока смещения — позволил ему создать замкнутую систему уравнений электродинамики.

Примерно то же самое происходило с теорией теплоты, пока не был сформулирован второй закон термодинамики (С. Карно—У. Томсон—Р. Клаузиус), что привело к созданию феноменологической теории теплоты². Но до её динамического (механистического) обоснования было далеко. Вот тогда-то Дж.К. Максвелл, Л. Больцман, Дж.У. Гиббс и А. Эйнштейн призвали на помощь довольно тяжёлую артиллерию — статистическое рассмотрение больших систем частиц, то есть позволили неопределённости вторгнуться на строго охраняемую территорию детерминизма, и, казалось, сильно продвинулись вперёд. Однако по-прежнему всё ограничивалось обратимыми, более того, равновесными процессами. И хотя всё вокруг буквально напичкано неравновесными системами, считалось, что в конце концов они перейдут в состояние равновесия и потому интересоваться следует только им. “Несмотря на все пертурбации, происшедшие в науке более чем за два тысячелетия <...> одна установка не подвергалась сомнению: наука занимается изучением причин, а не случая. Кант даже возвёл универсальный причинный детерминизм в ранг необходимого условия всего научного знания” [2, с. 11].

Такая крайне идеализированная картина мира не позволяла двигаться дальше, любая попытка

придать фундаментальное значение стреле времени³ встречала яростное сопротивление как угроза идеалу объективного знания. Со времён Больцмана стрелу времени принято относить к области феноменологии. Мы, несовершенные в силу своей человеческой природы наблюдатели, несём ответственность за различие между прошлым и будущим, обусловленным теми приближениями, которые мы вносим в наше описание природы. И поныне эту научную “мудрость” разделяет подавляющее большинство учёных.

Человеком, приоткрывшим Пригожину окошко в новую рациональность, был университетский преподаватель термодинамики Теофил де Донде, который заставил его задуматься над пониманием природы необратимых процессов. Будучи математиком, учеником А. Пуанкаре, де Донде знал из термодинамики всего две книги — Р. Клаузиуса и Дж.У. Гиббса, поэтому штампы, которые студент во время обучения воспринимает как данность, были де Донде чужды. Чтобы соединить феноменологию Клаузиуса и аналитику Гиббса, он взял две, на его взгляд, важные идеи: у Клаузиуса — его знаменитое неравенство для энтропии, у Гиббса — понятие химического потенциала, и стал писать для любого химического превращения в замкнутой системе соотношение

$$dQ' = -rd\xi,$$

где dQ' — некомпенсированная теплота, r — теплота реакции, ξ — координата (или степень развития) реакции. Это позволило ему ввести понятие сродства⁴

$$A = dQ' / d\xi.$$

Таким образом, главное достоинство его теории состояло в том, что для общего случая необратимых реакций он написал *равенство*. Но сама идея о том, что необратимость можно выразить точным равенством, казалась непостижимой и вызывала отторжение. Даже был наложен запрет на использование терминологии де Донде, хотя сам автор положил в этом равенстве $A=0$, пришёл к уже хорошо

² Кстати, Эйнштейн говорил: “Термодинамика — вот единственная физическая теория общего содержания, относительно которой я убеждён, что в рамках применимости её основных понятий она никогда не будет опровергнута (к особому сведению принципиальных скептиков)” [4, с. 270].

³ Стрелы времени — метафорическое название эмпирических индикаторов направления времени. Введение в научно-философский оборот образа-символа “стрела времени” связано с именем А. Эддингтона. Это выражение было быстро ассимилировано научным сообществом благодаря своей наглядности и тому, что оно метафорически верно схватывало как аффективную сторону времени, обусловленную его неотвратимостью, так и его качественные свойства в общей физической картине мира, являясь при этом образно близким направленной оси времени, точкам которой в физике ставятся в соответствие моменты времени. <https://otvet.mail.ru/question/87478423>

⁴ Коэффициентом, характеризующим силу сродства, оказывается энергия связи, выделяющаяся или затрачиваемая при возникновении связи объектов и измеряемая в килоджоулях (кДж) или электронвольтах (эВ).

известному результату и на этом успокоился. А вот для Пригожина оно стало отправной точкой для дальнейших размышлений. Если бы он обучался в другом месте, где господствовала уже сложившаяся традиция, ему вряд ли удалось бы выйти за пределы строго очерченного круга понятий и мнений. “...Спустя 150 лет после его формулировки второй закон термодинамики всё ещё проявляется больше как программа, чем как хорошо определённая теория в обычном смысле, поскольку в ней не сказано ничего точного (кроме знака) о производстве энтропии. Даже диапазон законности этого неравенства остаётся неопределённым. Это — одна из главных причин, почему все приложения термодинамики были, по существу, ограничены равновесием” [5, с. 187].

Пригожин стал вплотную заниматься неравновесными необратимыми явлениями и понял, что второе начало термодинамики в старой формулировке — для замкнутой изолированной системы изменение энтропии $dS \geq 0$ — теперь можно сформулировать как утверждение о том, что при *любых* граничных условиях производство энтропии положительно, то есть $dS_i > 0$ (здесь $dS = dS_i + dS_e$, где dS_i — производство энтропии внутри системы, dS_e — передача энтропии через границы системы). При применении этого уравнения следует иметь в виду различие между обратимыми и необратимыми процессами. Только необратимые процессы приводят к производству энтропии. Очевидно, второй закон термодинамики выражает тот факт, что необратимые процессы ведут к однонаправленности времени.

Другим учителем, оказавшим большое влияние на формирование научного сознания Пригожина, стал Жан Тиммерманс. Он был, скорее, экспериментатором, больше всего интересовался применениями классической термодинамики к жидким растворам и в целом к сложным системам. Именно он научил Пригожина аккуратно пользоваться термодинамическими методами, что очень пригодилось тому впоследствии при построении теории растворов, теории соответственных состояний и решении других прикладных задач, послуживших материалом для концептуального прорыва.

Третьим учителем Пригожина уже после окончания им университета стал австрийский физик-теоретик Э. Шрёдингер. Его книга “Что такое жизнь с точки зрения физики?” [6], вышедшая в Кембридже в 1944 г., произвела на Пригожина неизгладимое впечатление. Среди прочих особое внимание он обратил на два главных момента: 1) жизнь существует только благодаря обмену энтропией с окружающей средой, 2) как получается, что жизнь так устойчива? Позднее Пригожин не раз встречался со Шрёдингером, и они вели долгие споры на эту тему.

Последний считал, что устойчивость жизни имеет механическое происхождение, то есть всё работает, как хорошие часы. Идея же Пригожина состояла в том, что система устойчива только благодаря своей открытости, благодаря обмену материей и энергией со своим окружением, благодаря наличию потоков в обе стороны. Натолкнула его на эту мысль аналогия с городом, и она оказалась очень плодотворной⁵.

Конечно, Пригожин был не первым и не единственным, кого волновали вопросы подобного рода. В конце 1920-х годов к изучению таких явлений всерьёз обратился норвежско-американский теоретик Л. Онзагер. В 1931 г. он открыл первые общие соотношения неравновесной термодинамики в линейной, слабонеравновесной области. Это были знаменитые “соотношения взаимности” [8] — принцип симметрии кинетических коэффициентов, послуживший основой феноменологической термодинамики неравновесных процессов. Суть их чисто качественно сводится к следующему: если для слабонеравновесных ситуаций какая-то сила (например, градиент температуры) воздействует на некий поток (например, на диффузию), то сила, вызывающая этот поток (градиент концентрации) воздействует на поток, вызываемый первой силой (поток тепла). Соотношения взаимности неоднократно подвергались экспериментальной проверке. Так, всякий раз, когда градиент температуры индуцирует диффузию вещества, мы обнаруживаем, что градиент концентрации вызывает поток тепла через систему. «Следует особо подчеркнуть, что соотношения Онзагера носят общий характер. Несущественно, например, происходят ли необратимые процессы в газообразной, жидкой или твёрдой среде. Соотношения взаимности выполняются независимо от допущений относительно агрегатного состояния вещества. Соотношения взаимности <...> были первым значительным результатом в термодинамике необратимых процессов. Они показали, что предмет этой новой науки — не некая плохо определённая “ничейная” земля, а заслуживает внимания ничуть не меньше, чем предмет традиционной равновесной термодинамики, не уступая последнему в плодотворности. Если равновесная термодинамика была достижением XIX в., то неравновесная термодинамика возникла и развивалась в XX в. Вывод соотношений взаимности Онзагера ознаменовал сдвиг интересов от равновесных явлений к неравновесным» [9, с. 191].

⁵ Об этом рассказал сам Илья Романович на встрече с сотрудниками Института истории естествознания и техники РАН в конце декабря 1992 г. [7]. Целью этого повествования было вовсе не желание ознакомить нас со своей жизненной историей, но привести пример постоянного вмешательства случая в судьбу и постоянной проблемы выбора жизненного пути.

До 16 лет обитая исключительно в гуманитарном мире, совсем не зная ни математики, ни физики, в 28 лет Пригожин, овладев всем доступным к тому времени физическим, химическим и математическим арсеналом термодинамики, доказал основную теорему линейных неравновесных процессов — *теорему о минимуме производства энтропии*. Он изучил не только труды классиков, но и последние достижения в области необратимых процессов. Как раз опираясь на работы Онзагера, он и доказал эту теорему. Что в ней нового?

Критерий эволюции классической термодинамики состоит в том, что энтропия для необратимых процессов в изолированной системе стремится к максимальной величине (критерий Клаузиуса). Теорема Пригожина разрешила важнейший для термодинамики линейных необратимых процессов вопрос о точной характеристике стационарного состояния открытой системы, что резко расширило область применения этого раздела термодинамики. Суть теоремы состоит в том, что «минимум производства энтропии выражает своего рода свойство “инерции” неравновесных систем: если заданные граничные условия мешают системе достичь термодинамического равновесия (то есть нулевого производства энтропии), то система переходит в состояние с наименьшей диссипацией» [3, с. 103].

Пригожин проанализировал термодинамику в целом и понял, что её можно разделить на три большие области, изучение которых соответствует трём последовательным этапам в её развитии: 1) *равновесие* — производство энтропии, потоки и силы равны нулю; 2) *слабое неравновесие* — минимум производства энтропии, когда термодинамические силы слабы, а потоки зависят от сил линейно; 3) *сильное неравновесие*, когда все зависимости становятся сложными нелинейными функциями.

Его всегда удивлял тот факт, что в XIX в. родились две эволюционные теории: одна — в биологии (Дарвин), другая — в физике (Больцман). Обе были основаны на поведении популяций, то есть большого числа объектов, но приводили к противоположным результатам: по Дарвину, эволюция за счёт конкуренции и отбора (читай — столкновений) вела к постоянному усложнению; по Больцману, за счёт столкновений между частицами — к полной потере сложности (равновесному распределению). В чём же разница? Похоже, что Дарвин просто наблюдал, собирал факты и выстраивал их по ранжиру, надеясь, если повезёт, отыскать первоначало в этой схеме. Поэтому теория биологической эволюции была эволюцией, наблюдаемой в природе, и воспринималась естественно. А вот Больцман ставил перед собой обратную задачу: исходя из первопринципов получить необратимость и уже как следствие описать наблюдаемые явления — и потерпел неудачу.

Термодинамическая эволюция получала прямо противоположный смысл — приводила к полному разрушению. Больцману не удалось исключить возможность “антитермодинамических” вариантов эволюции, в результате которых энтропия могла бы уменьшаться, а неоднородности вместо того, чтобы выравниваться, могли бы спонтанно возрастать.

Поняв, в чём удача Дарвина, Пригожин пересмотрел общепринятый взгляд на второе начало: его не надо ни выводить, ни доказывать, а лучше с него начать — просто постулировать как общий закон природы. Тем более что перед глазами был другой пример — специальная теория относительности Эйнштейна (СТО). Там надо было объяснить опыт Майкельсона—Морли, доказывающий независимость скорости света от движения системы отсчёта. Несколько попыток на основе предположения о существовании абсолютной системы отсчёта, связанной с эфиром, или других довольно экзотичных гипотез оказались неудачными. А Эйнштейн превратил этот фундаментальный физический факт в постулат и посмотрел, как в соответствии с ним изменятся наши представления о пространстве, времени и динамике. Получилось интересно. Теперь настал черёд второго начала. Как должна измениться динамика, чтобы оно выполнялось всегда и везде? Во-первых, она должна утратить инвариантность относительно направления времени, а это означает, что должен существовать механизм, который бы инвариантность нарушал и при этом приводил бы ко второму началу. Такое нарушение может произойти, если по каким-то “причинам физически реализуются не все состояния или не все начальные условия, допустимые при динамическом описании, а лишь те, что допускают ограниченный набор состояний, обладающий асимметрией во времени требуемого типа” [3, с. 221]. Другими словами, второе начало теперь играет роль принципа запрета (как и предельное значение скорости света в СТО), когда во внимание принимаются только те состояния, что существуют в природе.

Вместе со своим сотрудником П. Гленсдорфом Пригожин изучал неравновесные процессы на протяжении многих лет, пытаясь отыскать универсальную формулу описания всех трёх областей, и наконец удалось прийти к удивительному выводу: в отличие от того, что происходит в равновесном состоянии или вблизи него, сильнонеравновесные системы не удовлетворяют никакому принципу минимума. Неожиданный результат состоит в том, что на некотором критическом расстоянии от равновесия термодинамическая ветвь теряет устойчивость (рис. 1). Точка, где происходит потеря устойчивости, называется *точкой бифуркации*. За точкой бифуркации начинается множество новых явлений. Это могут быть колебательные химические реакции, неравновесные пространственные структуры

или химические (концентрационные) волны. Такие пространственно-временные образования получили название *диссипативных структур* [2, с. 63]. (Этот термин впервые был использован в докладе И. Пригожина на I Международной конференции по теоретической физике и биологии, проходившей в Версале в 1967 г. [10].)

В ситуации, далёкой от равновесия, дифференциальные уравнения, моделирующие тот или иной природный процесс, становятся нелинейными, а нелинейное уравнение обычно имеет более чем один тип решения. Поэтому “в любой момент времени может возникнуть новый тип решения, несводимый к предыдущему, а в точках смены типов решений — в точках бифуркации — может происходить смена пространственно-временной организации объекта” [11, с. 48]. Дальнейшее поведение системы зависит от незначительной (или, наоборот, довольно большой) флуктуации, она и определит, какое из решений будет выбрано и по какому пути развитие пойдёт дальше. В самом простом случае таких решений имеется два (см. рис. 1). В точке бифуркации появляются две ветви, на которых решение устойчиво. По выбранной ветви развитие идёт дальше динамическим путём вплоть до следующей бифуркации. В результате получается картина вида, представленного на рисунке 2.

В каждой точке ветвления происходит выбор, и где окажется система с течением времени, предугадать невозможно, можно только описать спектр возможностей (в простейших случаях). Из рисунка видно, что для описания системы уже недостаточно знать только её положение в какой-то момент времени, но важна и вся история. Кроме того, система начинает чувствовать свои границы и ощущать себя как целое. Тут-то и становится ясным, что нельзя управлять ею, задав начальные условия, поскольку она сама их непрерывно меняет (выбирает).

Пригожин понял, что ключевую роль здесь играют флуктуации, «но каково их происхождение? Каким образом их поведение можно совместить с детерминистическим описанием, основанным на традиционной формулировке законов природы? Если бы нам удалось это сделать, то тем самым мы утратили бы различие между процессами, близкими к равновесным, и сильнонеравновесными. Кроме того, это позволило бы нам обсудить такие уникальные и чудесные конструкции человеческого разума, как классическая и квантовая механика. Должен признаться, что эти мысли стоили мне многих бессонных ночей. Без поддержки моих коллег и учеников я почти заведомо “сдался бы”» [2, с. 68].

В связи с возникшими вопросами ему пришлось изучить новаторские работы [12–15], связанные

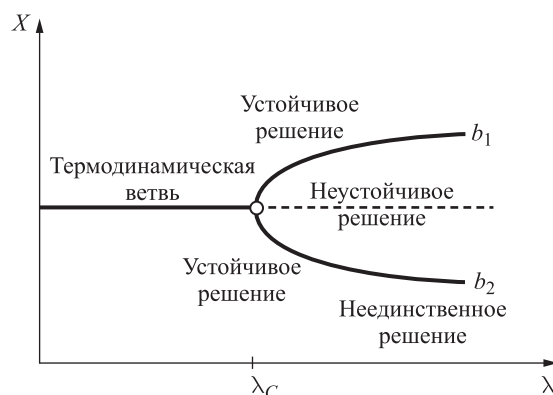


Рис. 1. Бифуркация

Концентрация X как функция параметра λ , который служит мерой удаления от равновесного состояния. В точке бифуркации термодинамическая ветвь теряет устойчивость, и рождаются два новых устойчивых решения b_1 и b_2

с проблемами динамической теории в статистической физике. Однако применение их формализма к плотным системам не выдержало испытания. Зато возник другой вопрос: можно ли вообще разработать “точную” динамическую теорию необратимых явлений?

С классической точки зрения, необратимость служит результатом дополнительных приближений к фундаментальным законам элементарных процессов, но если необратимые явления на самом деле играют активную, конструктивную роль, их исследование не может быть сведено к описанию с точки зрения дополнительных приближений. И вот тогда Пригожин со своей группой обратился к исследованию модели связанных ангармонических осцилляторов и получил формулировку неравновесной статистической механики с чисто динамической точки зрения без какого бы то ни было вероятностного предположения. Метод, который

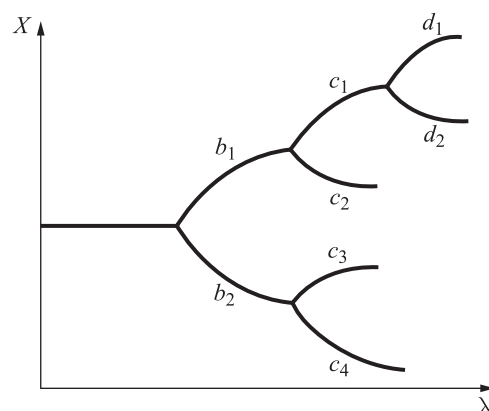


Рис. 2. Последовательные бифуркации по мере удаления от равновесного состояния



Вручение И.Р. Пригожину Нобелевской премии.
8 декабря 1977 г.

они использовали, приводит к “динамике корреляций”, поскольку отношение между взаимодействием и корреляцией — важная составляющая описания.

Классическая механика неполна, поскольку не включает необратимые процессы, связанные с возрастанием энтропии. Чтобы охватить в формулировке классической механики такие процессы, в неё следует включить неустойчивость и неинтегрируемость. Об изменении динамических законов или же о более глубоком их исследовании никто не помышлял. Хотя ещё Пуанкаре понимал, что объяснения необратимости в терминах траекторий, описывающих обратимые во времени процессы, при всей их многочисленности следует считать чисто логической ошибкой. Макроскопическая необратимость представляет собой проявление случайного характера вероятностных процессов, происходящих в микроскопических масштабах. Каковы же истоки этой случайности? Именно Пуанкаре доказал, что неинтегрируемые динамические системы приводят к появлению особенностей в функциях распределения — так называемых резонансов Пуанкаре.

Проблема была гораздо шире и сложнее. Она касалась самой природы динамических систем и пределов гамильтонова описания. Если необратимость не следует из дополнительных приближений, она может быть сформулирована только в теории преобразований, которая выражает в “явных” терминах то, что “скрывает” обычная формулировка динамики. Вероятность появляется не из-за дополнительных приближений, к которым прибегают из-за отсутствия знаний, а скорее, как динамическое следствие особенностей резонанса в неинтегрируемых системах. В равновесной статистической теории всегда доказывают теорему об эквивалентности усреднения вдоль траектории движения в фазовом пространстве и усреднения по ансамблю. Когда же сама траектория теряет смысл, становится ясно, что только ансамблевый подход может спасти ситуацию.

По мере того как перед Пригожиным возникали всё новые математические задачи, в окружающем научном мире своим чередом решались другие проблемы, так или иначе связанные со статистическим подходом: эргодическая теория, теория устойчивости Ляпунова, теория Колмогорова—Арнольда—Мозера, изучающая малые возмущения почти периодической динамики в гамильтоновых системах, теория фазовых переходов разного рода. И все они, каждая в свою очередь, вступали в игру в работах Пригожина, его сотрудников и учеников. А экспериментальные открытия типа реакции Белоусова—Жаботинского ещё и ещё раз подтверждали полученные им результаты и правильность избранного пути.

В 1947 г. Илья Романович был назначен профессором физической химии в Свободном университете, а в 1962 г. стал директором Сольвеевского международного института физики и химии в Брюсселе. В 1967 г. учёного назначили директором Центра статистической механики и термодинамики Ильи Пригожина, который он основал в США при Техасском университете в Остине. С тех пор он работал одновременно и в Брюсселе, и в Остине. При этом на протяжении всей жизни его тянуло в Россию. Ему в ней нравилось всё — и наука, и культура, и люди. На упоминавшейся встрече в ИИЕТ он заявил, что до сих пор 90% новых математических идей продолжают поступать на Запад из России, и перечислил кумиров, перед которыми снимал шляпу, — Боголюбов, Колмогоров, Гельфанд, Арнольд, Ляпунов.

Первый раз он посетил Москву после смерти Сталина, в 1957 г. Поехал в свой старый дом, где прожил первые четыре с половиной года жизни. Всё узнал и очень хотел встретиться с родственниками, особенно со своим старшим любимым двоюродным братом Владимиром, покровителем

и защитником в детских играх. Но ничего не вышло — те не пожелали. И их можно понять: в ту пору писать о том, что у тебя есть родственники за границей, и рассчитывать на спокойную жизнь было бы нелепо. Встреча всё же состоялась, но лишь 26 декабря 1992 г., то есть через 70 лет после эмиграции семьи Пригожина — он тогда приехал в Москву в седьмой раз. А всего приезжал в Россию 11 раз.

Илья Романович был человеком необычайно открытым и доброжелательным. Он не стеснялся задавать вопросы и просить о помощи в их решении и коллег, и учеников, сам делился всем без остатка. К нему очень тянулась молодёжь. Как-то один из его учеников после защиты докторской диссертации обратился к Пригожину за советом, как поступить: многие из старших коллег рекомендовали молодому человеку уйти из группы Пригожина, потому что для дальнейшей карьеры заниматься экзотикой, далёкой от мейнстрима, было бы слишком рискованно. Ответ учителя его удивил: “Они правы. Исследование в основном потоке безопасно, но вам не следует надеяться достичь там сколь-нибудь значительных результатов. А вот вне его вы можете получить что-то действительно стоящее. С другой стороны, у вас мало времени для креативных размышлений, но высок риск проиграть и оказаться в изоляции. Исследование похоже на ставку на бегах в надежде сорвать куш, но есть и большой риск потерять всё” [16]. Сам он всегда жил “на грани”. Трудился много и самозабвенно. В возрасте 82 лет сетовал, что уже после шести часов непрерывной работы наступает усталость.

Ученики Пригожина работают по всему миру. Один и в соавторстве со многими из них он опубликовал более 300 статей и 20 монографий. К его работам обращаются многие учёные, не только физики и химики, но и биологи, палеонтологи, математики, историки, филологи.

Он был действительным и почётным членом больших и малых академий разных стран. В 1982 г. Пригожин стал иностранным членом Академии наук СССР. Его работы многократно переводились на русский язык.

Помимо Нобелевской премии Илья Романович был награждён золотой медалью Сванте Аррениуса Шведской королевской академии наук (1969), медалями Баурка Британского химического общества (1972), Котениуса Германской академии естествоиспытателей “Леопольдина” (1975), Румфорда Лондонского королевского общества (1976). Он лауреат премий Франки (1955), Хонда (1983), Кампе де Ферье (1994), премии им. Н.Н. Боголюбова ОИЯИ (1999). Но больше всех этих

наград он ценил бельгийскую гражданскую медаль Сопrotивления”⁶.

Незадолго до кончины Илья Романовича ученики спросили, какие, на его взгляд, проблемы, стоящие перед наукой, ещё только ждут решения, и он ответил: “Если бы сейчас я был молод, то занялся бы психофизической проблемой (Mind-Body problem). Это — великая задача XXI века” [17].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Bergson H.* L'évolution créatrice. Paris: Les Presses universitaires de France, 1907. (1959, 86 édition). (Collection Bibliothèque de philosophie contemporaine); *Бергсон А.* Творческая эволюция / Пер. с фр. В.А. Флёровой. М.: КАНОН-пресс, Кучково поле, 1998. Цит. по: The Nobel Prize in Chemistry 1977 Ilya Prigogine — Biographical. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1977/prigogine-bio.html
2. *Prigogine I., Stengers I.* The End of Certainty. Time, Chaos and the New Laws of Nature. N.Y., L., Toronto, Sidney, Singapore: The Free Press, 1997; *Пригожин И.* Конец определённости. Время, хаос и новые законы природы / Пер. с англ. Ю.А. Данилова. Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”, 2000.
3. *Пригожин И.* От существующего к возникающему. Время и сложность в физических науках / Пер. с англ. Ю.А. Данилова, под ред. Ю.Л. Климонтовича. М.: Наука, 1985.
4. *Эйнштейн А.* Автобиографические заметки. Собрание научных трудов. В 4-х томах / Под ред.

⁶ “Во время войны Бельгия вместе с Данией сумели оказать своеобразным оазисом в оккупированной Европе <...> Правительства этих стран при широчайшей поддержке населения принципиально отмежовывались от участия в депортациях по расовому признаку. Когда оккупанты требовали от бельгийских евреев регистрации, подавляющее большинство их проигнорировало распоряжение. Те же, кто подчинился ему, вскоре были арестованы и погибли в концлагерях. Тем не менее Илья Романович летом 1943 г. с женой и её матерью в концлагере все же оказался”. Поселившись на вилле своего друга, которая оказалась партизанской явкой, они были схвачены гестапо. “Илья Романович, вспоминая о том драматическом эпизоде, продолжавшемся десять недель, говорил, что по большому счёту своим спасением обязан Сталинграду. После разгрома на Волге нацисты поняли, что война проиграна, и отцу жены, опытному адвокату, удалось при содействии подпольщиков Сопrotивления собрать деньги и за банальную взятку выкупить узников у гестаповского начальника <...> После оккупации все университеты в Бельгии были закрыты. Однако преподавание продолжалось. Нелегально, преимущественно по частным квартирам. Среди преподавателей был и Пригожин. После изгнания нацистов бельгийское правительство наградит его медалью Сопrotивления” [17].

- И.Е. Тамма, Я.А. Смородинского, Б.Г. Кузнецова. М.: Наука, 1967. Т. 4. С. 259–293. (*Einstein A. Autobiographisches (Autobiographical Notes) // Albert Einstein – Philosopher-Scientist. Evanston (Illinois), 1949. P. 1–95*).
5. Пригожин И. Время, структура и флуктуации. Нобелевская лекция, 8 декабря 1977 г. // Science. 1978. V. 201. № 4358. P. 777–785.
 6. *Shrödinger E. What is Life? The Physical Aspect of the Living Cell. Based on lectures delivered under the auspices of the Institute at Trinity College, Dublin, in February 1943. Cambridge: University Press, 1944; Шрёдингер Э. Что такое жизнь? Физический аспект живой клетки / Пер. с англ. А.А. Малиновского, Г.Г. Порошенко под ред. Ю.А. Данилова. М.-Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”, 2002.*
 7. У нас в гостях Илья Романович Пригожин / Подготовила к печати Н.В. Вдовиченко // Вопросы истории естествознания и техники. 1992. № 2. С. 3–18.
 8. *Onsager L. Reciprocal relations in irreversible processes. I // Phys. Rev. 1931. V. 37. P. 405; II // Ibid. V. 38. P. 2265.*
 9. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. М.: Прогресс, 1986.
 10. *Prigogine I. Structure, Dissipation and Life. Communication presented at the First International Conference on Theoretical Physics and Biology, Versailles, 1967// Theoretical physics and biology: proceedings of the First International Conference on Theoretical Physics and Biology, Palais des Congrès, Versailles, 26–30 June, 1967. Amsterdam: North-Holland Publ. Company, 1969.*
 11. Пригожин И. Философия неустойчивости // Вопросы философии. 1991. № 6. С. 46–52.
 12. *Yvon J. Les Corrélations et l’Entropie en Mécanique Statistique Classique. Paris: Dunod, 1965.*
 13. *Kirkwood J.G. The Statistical Mechanical Theory of Transport Processes. I. General Theory // Journ. Chem. Physics. 1946. V. 14. P. 180–201.*
 14. *Born M., Green H.S. A General Kinetic Theory of Liquids I: The Molecular Distribution Functions // Proc. Roy. Soc. London. 1946. V. A 188. P. 10–18; III. Dynamical Properties // Ibid. 1947. V. A 190. P. 455–473.*
 15. Боголюбов Н.Н. Проблемы динамической теории в статистической физике. М.-Л.: Гостехиздат, 1946.
 16. *Antonioni I. Farewell to Ilya Prigogine. Memorial address. Royal Academy of Belgium, Brussels, 6 June 2003.*
 17. Блох А. Илья Романович Пригожин // Поиск. 2003. 6 июня. № 22. http://www.chronos.msu.ru/biographies/blokh_prigozhin.htm

ПИСЬМА
В РЕДАКЦИЮ

ЛЕГКО ЛИ “УБРАТЬ ПОСЛЕДСТВИЯ”?

Поступила в редакцию 11.01. 2017 г.

“Прошедшее нужно знать не потому, что оно прошло, а потому, что, уходя, не умело убрать своих последствий”, — отмечал выдающийся историк В.О. Ключевский [1, с. 365]. Справедливость этого высказывания можно продемонстрировать примерами не только из всеобщей истории, но и из истории науки, в которой также присутствуют примеры отрицательного влияния прошлого на настоящее. Один такой пример я и хочу привести.

11–14 июня 1951 г. Отделение химических наук АН СССР провело Всесоюзное совещание “Состояние теории химического строения в органической химии”. Четыреста его участников собрались для того, чтобы спасти отечественную химическую науку от тлетворного влияния противоречащей марксизму-ленинизму теории резонанса состояний, положенного Л. Полингом в основу описания химической связи. Хотя и трудно было усмотреть какой-либо идеализм в знаке плюс между двумя функциями, однако это удалось: поставленная задача была успешно решена прежде всего усилиями М.И. Шахпаронова и В.М. Татевского. О покойных, как известно, принято либо вообще ничего не говорить, либо только хорошее. В данном случае лучше не говорить ничего, но, с другой стороны, мы должны помнить своих героев.

К началу исследований Полинга уже стало ясно, что от атома водорода и иона H_2^+ к многоатомным молекулам простым математическим движением перейти нельзя. Требовались новые идеи. Их и выдвинул Полинг, за что в 1954 г. был удостоен Нобелевской премии. Но этот факт мирового признания его работ никак не повлиял на мировоззренческие представления отечественных ортодоксов. “Вредные” ростки теории резонанса состояний были вырваны из отечественной химической науки с корнем.

Кстати, автор этих строк вскоре после смерти И.В. Сталина, будучи студентом физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, слушал лекции И.Е. Тамма по квантовой теории. На одной из них ему был задан вопрос о его отношении к теории Полинга, и, отвечая на него, Игорь Евгеньевич отметил как большое её значение для описания химической связи, так и трудности, обусловленные выбором базисных функций. По поводу же идеализма он просто заметил, что на упоминавшемся

совещании 1951 г. приличных физиков не было. В этом Тамм ошибся: на совещании присутствовал физикохимик академик А.Н. Теренин, пытавшийся что-то разъяснить присутствовавшим, хотя и без успеха. В то время вести себя более или менее независимо могли только те из физиков, кто участвовал в создании атомной бомбы.

Как бы то ни было, но квантовую теорию молекул — сейчас её называют квантовой химией — на долгие годы исключили из учебных планов даже химических факультетов университетов, не говоря уже о химико-технологических институтах.

Продвижение идей этой области науки у нас началось спустя много лет с помощью так называемых летних школ, которые ежегодно проводились по инициативе и под эгидой Института химической физики АН СССР, который возглавлял академик Н.Н. Семёнов. Во всех этих школах я принимал участие в качестве лектора, поэтому тот период знаю хорошо. Школы сыграли большую роль, но заменить включённые в учебные планы регулярные курсы, конечно, не могли. Как обязательные они были введены лишь в конце 1970-х годов. Двадцать лет было потеряно!

Этот маленький экскурс в историю был бы не нужен, если бы настоящее сумело безболезненно преодолеть наследие прошлого. Но увы! Прежде всего негативные последствия проявились в том, что за два десятилетия сформировалось целое поколение химиков, о квантовой химии знавшее лишь понаслышке. Разумеется, и среди них появлялись превосходные учёные, но они работали в традиционной манере, привыкнув обходиться без квантовой химии. Необходимо учесть и то обстоятельство, что представители именно этого поколения заняли в своё время руководящие посты в отечественной химической науке.

Надо, правда, отметить, что вычислительные методы квантовой химии были ещё недостаточно развиты, отсутствовала и современная компьютерная техника. А за границей в 50–60-е годы прошлого века энергично осваивались новые для химии понятия — заряды на атомах и порядки связей, позволившие численно выразить то, что не удавалось с помощью валентного штриха. Разрабатывались *ab initio* методы решения базовой задачи о движении электронов в поле ядер. Появлялись и первые

программные продукты. Дальнейший прогресс в квантовой химии происходил практически без участия отечественных учёных.

Заметим, кстати, что вторая важнейшая половина квантовой теории свойств молекул, связанная с движениями ядер, в то же время развивалась в СССР опережающими темпами. Идеализма в ней не было обнаружено потому, возможно, что руки до всего не дошли.

Достижения любой теории не входят широко в практику, если её возможности не реализуются в форме сервисного программного продукта, который уже можно использовать подобно прибору как инструмент исследования. Наши достижения в области теории колебаний атомов потому и не стали таким инструментом, что дальше лабораторных версий программ дело не пошло, хотя эти версии по своим возможностям превосходят даже последние разработки западных сервисных программ. Для их внедрения нужны уже не лаборатории, а фирмы. У нас их тоже не было, поэтому появившиеся сейчас в наших НИИ и вузах лаборатории и кафедры квантовой химии используют лишь западные программы.

Ну и что же в этом плохого, спросит читатель. Вышли же из положения и преодолели отставание. Ничего подобного. Создание любого программного продукта требует нескольких лет и потому не отражает новейших теоретических достижений. Кроме того, программа, подобно прибору, позволяет решать только ограниченный круг задач. Пользователь с самого начала стеснён в своей исследовательской работе, особенно когда она требует нестандартных идей. К тому же возникла святая вера в те результаты, которые выдаёт компьютер.

Здесь уместно обратить внимание на то, что любое пригодное для практики научное знание содержит две взаимодополняющие, по Н. Бору, части: набор экспериментальных данных и их обобщения, которые принято называть теориями. Они никогда в точности не соответствуют Природе, а выделяют главное, игнорируя частности. Достижения теории отражаются в математических моделях. Именно они и открывают возможность перехода от фундаментального знания к инженерному умению. Последнее позволяет прогнозировать действия объекта, что и составляет одну из целей любой естественной науки. О такой особенностях построения науки писал академик А.Н. Крылов в книге “Мои воспоминания”, отмечая, что в точнейшей из наук — астрономии — нет ни одной точной формулы, а используются разного рода приближения.

Это замечание в ещё большей степени относится к квантовой химии. Эффективное пользование компьютерными инструментами требует не только знания последовательности нажатия кнопок, но

и понимания того, как задачи ставятся и что лежит в основе методов вычислений. Именно с пониманием этой стороны проблемы дело обстоит не вполне благополучно. Студентов-химиков учат главным образом обращению с программами, не вдаваясь в основы. В результате постоянно приходится встречать в статьях вычисленные с точностью до 10^{-4} длины химических связей, рассуждения о прецизионных расчётах, бесконечные игры с базисами и прочее. Но это ещё полбеды. Главная опасность в другом.

Важная цель любой науки — достижение такого уровня, когда появляются пригодные для практики приёмы, позволяющие уже на начальной стадии исследования максимально сузить область поиска необходимого решения для натурной реализации задуманного процесса. Это принято называть инженерной надстройкой. Так создавалась наука о макром мире. Нет никаких оснований думать, что наука о молекулярном мире будет развиваться как-то иначе. Сошлёмся здесь на авторитетное мнение одного из создателей квантовой теории П. Дирака: “Если бы не инженерное образование, я, наверное, никогда не добился бы успеха в своей последующей деятельности, потому что достижение успеха требовало отказа от точки зрения, что следует иметь дело лишь с точными уравнениями и результатами, получаемыми логически из принятых на веру известных точных законов. Инженеры занимались поиском уравнений, пригодных для описания Природы. Им не было дела до того, как эти уравнения получены. Отыскав уравнения, инженер брался за логарифмическую линейку и получал необходимые ему результаты. Всё сказанное убедило меня, что инженерный подход — наилучший. Мы стремились к описанию Природы. Нам хотелось найти уравнения, которые описывали бы Природу, и лучшими оказывались обычно приближённые уравнения. Приходилось смиряться с отсутствием строгой логики и ограничивать себя придумыванием уравнений, которые были бы способны описывать Природу” [2, с. 108].

Свойства молекулярного мира безграничны. Можно сказать, что, несмотря на многовековую историю, используется лишь малая их часть. Например, число структурно-изомерных форм одной двадцатиатомной молекулы может быть сравнимо или даже больше числа всех описанных сейчас в литературе молекул. Такие структурно-изомерные формы могут обладать свойствами, ранее неизвестными, и использоваться не только как строительный материал для синтеза других молекулярных объектов, но и для накопления энергии, создания элементов, решающих логические задачи, и др. Практически не освоено богатейший мир возбуждённых состояний молекул. Этот перечень можно продолжить. Уже начали появляться

молекулярные машины, новые способы управления ходом сложных многостадийных химических превращений и т.д.

Все эти новые направления невозможно развивать только на базе ранее накопленного эмпирического опыта. Наступает эра массового применения компьютерных экспериментов, так как только с их помощью можно за малое время оценить много вариантов. А значит, нужно создавать специализированные математические модели, пригодные для описания конкретных процессов, так как совершенно ясно, что одним уравнением или алгоритмом не обойтись. Лаборатории, вся деятельность которых заключается в применении готовых программ к решению частных вопросов, для этой цели не годятся. Нужны центры, создающие новую химию — математическую. К этому наша химия не готова. Физики, традиционно не замечающие молекулярного мира, тоже быстро в такую работу не включатся. Необходимо готовить специалистов новых профилей, а это требует не только серьёзного

изменения программ вузов, но и воспитания нового мышления. Те страны, где сегодняшние вызовы будут осознаны раньше, окажутся ведущими. Другие будут способны только на повторение чужих работ. Вот на это автор и хотел обратить внимание и призвать к действию, с тем чтобы в конце концов попытаться “убрать последствия” прошлого.

Л.А. ГРИБОВ,

член-корреспондент РАН

Институт геохимии и аналитической химии им.

В.И. Вернадского РАН,

Москва, Россия l_gribov@mail.ru

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ключевский В.О.* Сочинения в 9 томах. Т. 9. М.: Мысль, 1990.
2. *Дирак П.А.М.* Воспоминания о необычайной эпохе // УФН. 1987. Т. 153. № 1.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ОТДЕЛ

ПРЕЗИДИУМ РАН РЕШИЛ

(февраль 2017 г.)

Утвердить академика РАН **Р.А. Сюняева** главным редактором журнала «Письма в «Астрономический журнал»» РАН с 31 января 2017 г. на новый срок — пять лет.

• Утвердить в составе редакционной коллегии журнала «Природа» доктора геолого-минералогических наук **Т.К. Пинегина** (Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН) и кандидата географических наук **Ф.А. Романенко** (МГУ им. М.В. Ломоносова).

• В связи с исполняющимся в августе 2017 г. 100-летием со дня рождения академика Н.Н. Моисеева утвердить состав организационного комитета по подготовке и проведению юбилейных мероприятий и перечень юбилейных мероприятий: академик **В.В. Козлов** — председатель; академики **В.А. Садовничий**, **И.А. Соколов**, **А.А. Кокошин** — заместители председателя; доктор технических наук **В.Н. Захаров** (Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН) — учёный секретарь; доктор технических наук **С.И. Барановский** (Межрегиональная экологическая общественная организация «Зелёный крест», по согласованию); доктор филологических наук **Э.В. Баркова** (Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, по согласованию); академик **Е.П. Велихов**; доктор исторических наук **В.И. Гнездилов** (Российская государственная библиотека, по согласованию); академик **Ю.Г. Евтушенко**; академик **М.Ч. Залиханов**; член-корреспондент РАН **В.М. Захаров**; доктор технических наук **Н.Е. Каленов** (Библиотека по естественным наукам РАН); академик **В.М. Котляков**; член-корреспондент РАН **Н.Н. Кудрявцев**; академик **А.Б. Куржанский**; доктор технических наук **И.И. Мазур** (РАО «Роснефтегазстрой», по согласованию); доктор филологических наук **Н.М. Мамедов** (Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, по согласованию); член-корреспондент РАН **И.Г. Поспелов**; член-корреспондент РАН **Г.С. Розенберг**; академик **К.В. Рудаков**; **А.Л. Самсонов** (журнал «Экология и жизнь», по согласованию); доктор психологических наук **С.А. Степанов** и кандидат экономических наук **С.С. Степанов** (Образовательное частное учреждение высшего образования «Академия МНЭПУ», по согласованию); академик **В.С. Стёпин**; **В.Г. Усов** (Некоммерческое партнёрство «Российский национальный комитет содействия Программе ООН

по окружающей среде», по согласованию); член-корреспондент РАН **Ю.А. Флёров**; академик **В.А. Черешнев**, академик **Ф.Л. Черноусько**; академик **Б.Н. Четверушкин**; член-корреспондент РАН **А.А. Шананин**; доктор технических наук **Я.Л. Шрайберг** (Государственная публичная научно-техническая библиотека России, по согласованию).

Организацию и проведение юбилейных мероприятий, в том числе торжественного заседания в Москве, поручить Отделению нанотехнологий и информационных технологий РАН, Отделению математических наук РАН, Отделению энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН и Отделению общественных наук РАН.

Организовать Комиссию РАН по изучению научного наследия академика Н.Н. Моисеева; председателем комиссии назначить академика РАН **В.А. Садовниченко**.

Учредить премию им. Н.Н. Моисеева РАН за выдающиеся работы в области теории систем управления и методов оптимизации, а также методологии исследования проблем взаимоотношений человека, природы и общества. Первым годом присуждения премии установить 2018 г. Дата присуждения премии — в день рождения Н.Н. Моисеева 23 августа.

Поручить Научно-издательскому совету РАН организовать трёхтомное издание собрания избранных трудов Н.Н. Моисеева; отделу «Пресс-служба РАН» Научно-организационного управления РАН организовать освещение юбилейных мероприятий в средствах массовой информации; организовать публикацию юбилейных статей в журналах «Вестник РАН», «Общественные науки» и «Общественные науки и современность» РАН; организовать передвижную выставку, отражающую жизнь и творчество учёного.

Расходы, связанные с проведением мероприятий, осуществить за счёт средств субсидии, предоставленной РАН на финансовое обеспечение выполнения государственного задания.

Контроль за выполнением постановления возложить на вице-президента РАН академика РАН **В.В. Козлова**.

ЮБИЛЕИ

АКАДЕМИКУ РАН И.И. ДОЛГУШИНУ – 70 ЛЕТ



Илья Ильич ДОЛГУШИН – крупный учёный-медик, специалист в области клинической и экспериментальной иммунологии, автор 496 научных публикаций, в том числе 10 монографий; им получено 22 патента и авторских свидетельства. Его научные работы посвящены исследованию биологически активных продуктов

нейтрофилов, процессов кооперации нейтрофилов с другими клетками крови. Исследованы способность нейтрофилов образовывать низкомолекулярные, обладающие разнообразной биологической активностью пептиды, участие нейтрофильных внеклеточных ловушек, ранее неизвестной функции гранулоцитов, в защите и регуляции микробиоценозов слизистых оболочек. Установлена важная роль нейтрофильных внеклеточных ловушек в защитных антимикробных реакциях и в развитии различных патологических процессов (PAD-4 зависимых заболеваний).

Предложены новые методы определения нейтрофильных внеклеточных ловушек в периферической крови и слезистом секрете; показано, что эффективность внеклеточного захвата бактерий нейтрофильными ловушками сопоставима с фагоцитозом.

И.И. Долгушин – президент Южно-Уральского государственного медицинского университета, заведующий кафедрой микробиологии, вирусологии, иммунологии и клинико-лабораторной диагностики университета, директор Научно-исследовательского института иммунологии, член президиума Всероссийского общества иммунологов, председатель Челябинского общества микробиологов и эпидемиологов, член редколлегий научных журналов “Иммунология, аллергология, инфектология”, “Человек и его здоровье”, “Южно-Уральский медицинский журнал”.

И.И. Долгушин – заслуженный деятель науки РФ, награждён медалью “За заслуги перед отечественным здравоохранением” Минздрава России, почётными грамотами Минздрава России, губернатора и Законодательного собрания Челябинской области.

ПРИВЕТСТВЕННЫЙ АДРЕС ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН Ж.А. ЕРМАКОВОЙ



Жанна Анатольевна ЕРМАКОВА – известный учёный в области экономики промышленности, инвестиционной деятельности, управления экономическими процессами в базовых отраслях промышленности, автор 130 научных публикаций, в том числе 2 монографий и соавтор 5 монографий. Ею создано

новое научное направление – методология организационно-экономического и институционального обеспечения технологической модернизации базовых отраслей промышленности применительно к современному этапу научно-технического прогресса; разработаны системные научно-методологические положения стратегии технологической модернизации базовых отраслей промышленности посредством формирования комплементарных институтов организационно-экономического обеспечения; обоснованы новые оригинальные научные подходы, принципы и методы решения проблем стратегического управления технологической

модернизацией базовых отраслей промышленности региона; разработана система социальных гарантий технологической модернизации, обеспечивающая сохранение и повышение качества жизни человека при проведении масштабных изменений в производительных силах; создана научная школа экономистов по проблемам технологической модернизации промышленности региона, владеющих методологией и практикой исследования процессов формирования единой технологической системы в отраслях промышленности как способа преодоления технологической неоднородности.

Ж.А. Ермакова – ректор Оренбургского государственного университета, профессор кафедры управления персоналом, сервиса и туризма, председатель Совета ректоров вузов Оренбургской области, главный редактор и председатель редколлегий научных журналов “Интеллект. Инновации. Инвестиции” и “Вестник Оренбургского государственного университета”.

Ж.А. Ермакова – почётный работник сферы образования РФ, лауреат премии губернатора Оренбургской области в области науки и техники за 2010 и 2014 гг., награждена Почётными грамотами УрО РАН и Минобрнауки России.

ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН Г.И. БЕЛЬКОВУ – 80 ЛЕТ



Григорий Иванович БЕЛЬКОВ – известный учёный в области сельскохозяйственных наук, создатель научной школы, автор 264 научных публикаций, в том числе 16 монографий. Под его руководством выполнены исследования по созданию агротехнологий нового поколения с целью сохранения и воспроизводства поч-

венного плодородия, эффективного использования природно-ресурсного потенциала агроландшафтов и производства заданного количества и качества сельскохозяйственной продукции. Разработаны технология и принципы возделывания экономически значимых сельскохозяйственных культур в целях конструирования высокопродуктивных

агрофитоценозов и агроэкосистем. Значительное место в исследованиях учёного занимает изучение, мобилизация и сохранение генетических ресурсов животных и птицы для использования их в селекционном процессе.

Г.И. Бельков – научный руководитель Оренбургского научно-исследовательского института сельского хозяйства, профессор и член диссертационного совета Оренбургского государственного аграрного университета, академик двух общественных академий, член редколлегии двух научных журналов. Среди его учеников 8 докторов и 46 кандидатов наук.

Г.И. Бельков – заслуженный деятель науки РФ, награждён тремя орденами и пятью медалями, Почётной грамотой Президиума Верховного совета РСФСР, тремя медалями ВДНХ “Золотая осень”.

ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН В.Ю. МИШЛАНОВУ – 50 ЛЕТ



Виталий Юрьевич МИШЛАНОВ – известный учёный-медик, специалист в области внутренних болезней и терапии, автор 226 научных публикаций, в том числе 3 монографий; имеет 25 патентов и авторских свидетельств. Им разработана научная гипотеза об участии нейтрофильных лейкоцитов в развитии ате-

росклероза – лейкоцитарно-белковая теория атеросклероза; предложены новые методы диагностики и лечения заболеваний внутренних органов.

Учёным созданы приборы для исследования функции внешнего дыхания (электроимпедансный спирометр), диагностики структурно-функционального состояния сердца (высокочастотный

электроимпедансный анализатор), для исследования состава биологических жидкостей методами электроимпедансного и иммуноимпедансного анализа. Предложен комплексный метод стандартизации интерактивной оценки клинических симптомов заболеваний, основанный на применении опроса и разработанного автором анализа его результатов для использования в условиях телемедицины.

В.Ю. Мишланов – заведующий кафедрой Пермского государственного медицинского университета им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России, главный внештатный пульмонолог Министерства здравоохранения Пермского края, член Правления Российского научного общества по изучению атеросклероза, организатор его пермского отделения, член Правления Российского респираторного общества. Среди его учеников 2 доктора и 14 кандидатов наук.

ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН И.В. ПЕКОВУ – 50 ЛЕТ



Игорь Викторович ПЕКОВ – крупный учёный-минералог, кристаллохимик и геохимик, автор и соавтор более 700 научных публикаций, в том числе 8 монографий. Им внесён значительный вклад в изучение минералогии и геохимии щелочных постмагматических систем, гранитных пегматитов, геохимии и кри-

сталлохимии редких элементов, в минералогическое материаловедение. Им выявлены принципиально новые аспекты минералогии и геохимии низкотемпературных образований генетических типов широкого спектра, разрабатываются проблемы геохимии концентрированного состояния литофильных и халькофильных редких элементов, генетической кристаллохимии минералов.

Игорь Викторович открыл более 200 новых минералов – мировой рекорд за всю историю минералогии. В его честь коллективом российских

и канадских исследователей назван минерал пековит.

Вклад И.В. Пекова в общую минералогияцию оказал большое влияние на развитие геохимии редких и рассеянных элементов; достижения в области структурной и генетической минералогии способствовали разработке научной базы для синтеза, направленного химико-структурного активирования и многоцелевого использования нового класса технологически перспективных микропористых кристаллических материалов.

И.В. Пеков – главный научный сотрудник кафедры минералогии геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, эксперт Российского фонда фундаментальных исследований и Российского научного фонда, член Экспертного совета по наукам о Земле ВАК Минобрнауки России, член редколлегии научных журналов “Записки Российского минералогического общества” и “Минералогия”, научно-популярного издания “Минералогический альманах”. Среди его учеников 7 кандидатов наук.

И.В. Пеков – лауреат премии им. Е.С. Фёдорова РАН.

ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН В.Л. РУСИНОВУ – 70 ЛЕТ



Владимир Леонидович РУСИНОВ – известный учёный-химик, специалист в области медицинской химии и химии гетероциклических нитросоединений, автор более 300 научных публикаций, в том числе 3 монографий; им получено более 60 патентов и авторских свидетельств.

Учёным развито оригинальное научное направление – азолааннелированные нитроазины, открывшее доступ к перспективному классу противовирусных веществ широкого спектра действия, эффективных, в том числе против вирусов,

вызывающих геморрагические лихорадки, клещевой энцефалит и СПИД. Разработанный противовирусный препарат “триазотрин” успешно внедряется в практику.

В.Л. Русинов – директор Химико-технологического института Уральского федерального университета им. Б.Н. Ельцина, член учёных советов Уральского государственного технического университета и Института органического синтеза УрО РАН, член Объединённого совета по химии УрО РАН, двух специализированных диссертационных советов. Среди его учеников 2 доктора и 13 кандидатов наук.

В.Л. Русинов – заслуженный химик РФ, лауреат премии Совета Министров СССР, премий им. Н.Д. Зелинского РАН и им. И.Я. Постовского УрО РАН.

ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН А.Г. ЧЕНЦОВУ – 70 ЛЕТ



Александр Георгиевич ЧЕНЦОВ — крупный учёный-математик, автор более 700 научных публикаций, в том числе 10 монографий. Основная область его научных интересов — задачи управления, теория оптимизации, теория дифференциальных игр. Для них он предложил метод программных итераций, сводящий решение дифференциальной игры к построению неподвижных точек соответствующих операторов программного поглощения. Для исследования связанных с приближенным соблюдением ограничений задач асимптотического анализа разработан специальный аппарат расширений экстремальных задач и задач о достижимости, в основе которого лежат идеи компактификации пространства управлений. Данный подход позволил решить ряд вопросов, возникающих в задачах импульсного управления. Для решения задач дискретной оптимизации, связанных с маршрутизацией перемещений и распределением

заданий, построены варианты динамического программирования, учитывающие эффект ограничений, возникающих в приложениях, связанных с атомной энергетикой и машиностроением. Типичные ограничения в таких задачах Александру Георгиевичу удалось использовать для снижения сложности вычислений. Кроме того, учёным установлена структура оптимальных решений (маршруты и трассы) в задачах, где стоимости перемещений допускают зависимость от списка заданий.

А.Г. Ченцов — главный научный сотрудник Института математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН, профессор Уральского федерального университета, член редсовета журнала “Труды Института математики и механики УрО РАН”, редколлегий журналов “Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки”, “Вестник Южно-Уральского государственного университета. Математическое моделирование и программирование”, “Functional Differential Equations”. Среди его учеников 3 доктора и 15 кандидатов наук.

А.Г. Ченцов — лауреат Государственной премии СССР за цикл работ по прикладной математике.

НАГРАДЫ И ПРЕМИИ

ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ ИМЕНИ Г.Ф. МОРОЗОВА 2017 ГОДА — С.А. РОДИНУ



Президиум РАН присудил золотую медаль им. Г.Ф. Морозова 2017 г. академику Сергею Анатольевичу Родину за серию работ по лесовосстановлению и защитному лесоразведению.

Учёный внёс существенный вклад в развитие теории и практики российского лесоводства. В ходе длительного комплексного изучения условий внешней среды и роста лесобразующих хвойных пород деревьев он обосновал систему эколого-ресурсосберегающих технологий, технических средств выращивания посадочного материала и создания лесных культур в целях восстановления

вырубленных, погибших и сгоревших лесов, а также для защитного лесоразведения и мелиорации ландшафтов в степной и лесостепной зонах европейской и западно-европейской частях Российской Федерации. Результаты исследований С.А. Родина использованы при разработке научных основ лесовосстановления и лесоразведения в лесном фонде Российской Федерации, развития системы защиты лесонасаждений, восстановления и преобразования ландшафтов.

Народно-хозяйственное значение трудов С.А. Родина заключается в использовании новых технологий для предупреждения смены насаждений ценных хвойных пород малоценными лиственными породами, повышения продуктивности и социально-экономической ценности лесов различного целевого назначения.

ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ ИМЕНИ Н.Н. БУРДЕНКО 2016 ГОДА – В.А. ЧЕРЕКАЕВУ



Президиум РАН присудил золотую медаль им. Н.Н. Бурденко 2016 г. доктору медицинских наук Василию Алексеевичу Черкаеву (Национальный научно-практический центр нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко Минздрава России) за цикл работ “Хирургия опухолей основания черепа, распространяющихся

в глазницу, полость носа, околоносовые пазухи и подвисочную ямку”.

Удостоенный золотой медали цикл работ посвящён дифференцированной тактике лечения больных с доброкачественными опухолями основания черепа с учётом характера и распространённости

процесса. Автором усовершенствованы и внедрены в хирургическую практику современные базальные доступы, изучена проблема диагностики и комплексного лечения злокачественных краниофациальных опухолей. Под его руководством разрабатываются методы краниофациальных блок-резекций и способы закрытия обширных дефектов основания черепа. Работы В.А. Черкаева имеют большое значение в нейрохирургии при оказании помощи больным с базальными менингиомами передней и средней черепных ямок, распространяющимися в околоносовые пазухи и подвисочную ямку, с распространёнными краниоорбитальными и краниофациальными опухолями доброкачественной и злокачественной природы, а также в реконструктивной хирургии дефектов основания черепа после удаления распространённых опухолей.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ Л.В. КАНТОРОВИЧА 2017 ГОДА – С.А. АЙВАЗЯНУ



Президиум РАН присудил премию им. Л.В. Канторовича 2017 г. доктору физико-математических наук Сергею Арутюновичу Айвазяну (Центральный экономико-математический институт РАН) за монографию “Анализ качества и образа жизни населения. Экономический подход”.

В удостоенной премии монографии систематизированы основные результаты, полученные автором с 1970-х годов по настоящее время, предложена оригинальная методология построения интегральных измерителей

анализируемых синтетических латентных категорий, опирающаяся на оптимизационный подход, который минимизирует потери в информации. Важное теоретическое достижение работы – подход к определению типологии потребительского поведения домашних хозяйств и к выявлению основных типобразующих признаков.

Полученные С.А. Айвазяном фундаментальные результаты имеют не только большое теоретическое, но и важное прикладное значение. Под руководством учёного выполнен ряд прикладных работ по заказам Минэкономразвития России, Госкомстата России, региональных правительств Самарской области, Краснодарского края; осуществлены исследования в рамках грантов Фонда Форда, INTAS, РФФИ, РГНФ.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ С.В. ЛЕБЕДЕВА 2016 ГОДА – И.А. ГРИЦКОВОЙ,
С.А. ГУСЕВУ И Д.И. ШРАГИНУ



Президиум РАН присудил премию им. С.В. Лебедева 2016 г. доктору химических наук Инессе Александровне Грицковой (Институт тонких химических технологий Московского технологического университета), доктору медицинских наук Сергею Андреевичу Гусеву (Федеральный научно-клинический центр физико-химической медицины Федерального медико-биологического агентства), кандидату химических наук Денису Игоревичу Шрагину (Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН) за цикл работ “Новые подходы к синтезу монодисперсных функциональных полимерных микросфер и их биомедицинское применение”.

Удостоенный премии цикл работ посвящён разработке научных основ принципиально нового подхода к методам синтеза монодисперсных функциональных полимерных микросфер, применяемых в медицине и биотехнологии в качестве носителей биолегандов (вместо эритроцитов) при получении диагностикумов различных заболеваний, тестеров для определения содержания лекарственных, наркотических и других веществ в физиологических жидкостях человека, для создания фотонных кристаллов в микроэлектронике, при производстве кино- и фотоплёнок в качестве антистатического компонента.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ А.М. ЛЯПУНОВА 2016 ГОДА – С.Б. КУКСИНУ



Президиум РАН присудил премию им. А.М. Ляпунова 2016 г. доктору физико-математических наук Сергею Борисовичу Куksину (Математический институт им. В.А. Стеклова РАН) за цикл работ “Теория Колмогорова–Арнольда–Мозера для уравнений в частных производных”.

В удостоенном премии цикле работ заложены основы обобщения теории Колмогорова–Арнольда–Мозера (КАМ) на случай бесконечномерных динамических систем,

задаваемых уравнениями в частных производных, и получены фундаментальные результаты в этом направлении. Большинство из них, безусловно, носит пионерский характер. С.Б. Куksин – не только крупнейший специалист в области теории КАМ для конечномерных инвариантных торов бесконечномерных гамильтоновых систем, но и основатель этой теории.

В удостоенных премии работах устанавливается существование большого запаса квазипериодических решений рассматриваемых гамильтоновых уравнений с частными производными и исследуется устойчивость этих решений в линейном приближении, что чрезвычайно важно для физических приложений.

**БОЛЬШАЯ ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА 2016 ГОДА**

Высшая награда Российской академии наук — Большая золотая медаль им. М.В. Ломоносова 2016 г. — присуждена академику Дмитрию Георгиевичу КНОРРЕ за выдающийся вклад в химию нуклеиновых кислот, аффинной модификации биополимеров, в становление важнейшего направления фармакологии — терапевтических нуклеиновых кислот и развитие методов генной терапии и профессору Сиднею АЛЬТМАНУ (США) за выдающийся вклад в биохимию нуклеиновых кислот и создание новых биологически активных веществ.

АКАДЕМИК РАН ДМИТРИЙ ГЕОРГИЕВИЧ КНОРРЕ

Академик Д.Г. Кнорре (1926 г.р.) — выдающийся российский учёный, член Европейской академии наук, внёсший большой вклад в решение фундаментальных и прикладных проблем биоорганической химии, молекулярной биологии и биохимии. Под его руководством были выполнены фундаментальные исследования, позволившие установить детальные механизмы реакций образования пептидных, фосфодиэфирных и фосфамидных связей. Вместе с сотрудниками он первым в мире начал работы по созданию ген-направленных биологически активных веществ на основе олигонуклеотидов. Была предложена концепция направленного воздействия на РНК и ДНК производными олигонуклеотидов; выполнены первые в мире эксперименты, доказавшие возможность специфической химической модификации нуклеиновых кислот такими агентами; продемонстрирована

возможность подавления размножения вирусов олигонуклеотидами. Исследования, выполненные Д.Г. Кнорре и его учениками, создали фундамент для развития нового направления в фармакологии, успешно развивающегося во всём мире, — конструирование препаратов нуклеиновых кислот для регуляции экспрессии генов.

Д.Г. Кнорре внёс большой вклад в создание твердофазного варианта олигонуклеотидного синтеза, который лёг в основу работы первого отечественного автоматического синтезатора нуклеиновых кислот. Синтезаторы нуклеиновых кислот в настоящее время производятся в Новосибирске.

Учёный является создателем и первым директором Новосибирского института биоорганической химии СО АН СССР (с 2003 г. — Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН) — одного из институтов-лидеров в области химии нуклеиновых кислот и биоорганической химии.

Д.Г. Кнорре — автор более 400 научных работ, нескольких учебников для высшей школы, выдержавших множество переизданий, в том числе за рубежом. Он создал научную школу по физико-химической биологии, широко известную в России и мире. В течение 16 лет (1967—1984) он работал деканом факультета естественных наук Новосибирского государственного университета, создал систему эффективной подготовки учёных. В 1975 г. выступил создателем кафедры молекулярной биологии, которая по сей день готовит квалифицированные кадры для науки. Его ученики руководят институтами РАН, химическими и биотехнологическими компаниями в России и за рубежом.

В настоящее время академик Д.Г. Кнорре — советник РАН, заместитель председателя учёного и диссертационного советов Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН, председатель научного семинара института.

ПРОФЕССОР СИДНЕЙ АЛЬТМАН



Сидней Альтман (Sidney Altman, 1939 г.р.) — выдающийся учёный с мировым именем, награждён в 1989 г. вместе с Томасом Р. Чеком Нобелевской премией по химии за открытие каталитических свойств РНК, что обеспечило новые возможности для развития генной инженерии, биохимии и медицины и сыграло ключевую роль в создании современной теории возникновения жизни на Земле. Исследования С. Альтмана перевернули устоявшееся научное представление о том, что РНК

действует лишь как носитель генетической информации, и бросили вызов фундаментальным биологическим представлениям.

С. Альтман — Стерлингский профессор биологии, профессор химии Йельского университета (Отделение молекулярной, клеточной биологии и биологии развития), в течение 40 лет активно участвует в образовательном процессе. Он создал в Йельском университете всемирно известную лабораторию, где вместе с коллегами исследует структуру и свойства РНКазы Р и механизмы РНК-катализа. Учёные из разных стран участвуют в работе этой лаборатории по изучению посттранскрипционного процессинга РНК, рассматривают возможности создания нового типа ген-направленных агентов на основе каталитических РНК для биомедицинских целей.

В рамках конкурса мегагрантов Минобрнауки России в 2013 г. С. Альтман получил грант, благодаря которому под его руководством создана российско-американская лаборатория биомедицинской химии в Институте химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН. Лаборатория представляет собой консорциум молодых учёных, которые работают над решением междисциплинарных задач в области химии нуклеиновых кислот, биофизики и микробиологии, лежащих в основе разработки новых медикаментов. В результате успешной работы лаборатории получены уникальные аналоги олигонуклеотидов, открывающие новые возможности создания современных терапевтических препаратов и материалов для диагностики.

**ПРИСУЖДЕНИЕ МЕДАЛЕЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
С ПРЕМИЯМИ МОЛОДЫМ УЧЁНЫМ РОССИИ
И СТУДЕНТАМ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ РОССИИ
ПО ИТОГАМ КОНКУРСА 2016 ГОДА**

(представление Комиссии РАН по работе с молодёжью)

Присудить медали Российской академии наук с премиями в размере 50 000 руб. каждой молодым учёным России по итогам конкурса 2016 г.:

в области математики — кандидату физико-математических наук **Дмитрию Игоревичу Синельщикову** (Национальный исследовательский ядерный университет “МИФИ”) за работу “Нелокальные преобразования для поиска интегрируемых дифференциальных уравнений типа Льева” и кандидату физико-математических наук **Баиру Олеговичу Цыденову** (Национальный исследовательский Томский государственный университет) за работу “Численное моделирование термогидродинамических и гидробиологических процессов в крупном озере”;

в области общей физики и астрономии — кандидату физико-математических наук **Аркадию Александровичу Гоноскову**, кандидату физико-математических наук **Артёму Владимировичу Коржиманову** и кандидату физико-математических наук **Евгению Николаевичу Нерушу** (Институт прикладной физики РАН) за работу “Исследование процессов взаимодействия лазерного излучения сверхвысокой интенсивности с веществом” и кандидату физико-математических наук **Владимиру Викторовичу Клинышову**, кандидату физико-математических наук **Олегу Владимировичу Масленникову** (Институт прикладной физики РАН) за цикл работ “Сложные динамические сети: неоднородность, запаздывание, стохастичность”;

в области ядерной физики — **Николаю Владимировичу Ампилову** и **Ивану Ивановичу Астапову** (Национальный исследовательский ядерный университет “МИФИ”) за цикл работ “Сцинтилляционный мюонный годоскоп для диагностики околоземного пространства”;

в области физико-технических проблем энергетики — кандидату физико-математических наук **Сергею Валерьевичу Старикову** (Объединённый институт высоких температур РАН) за научно-исследовательскую работу “Разработка атомистических моделей и исследование термодинамических и кинетических свойств ядерного топлива для реакторов нового поколения” и **Сергею Ивановичу Миколуцкому**, **Юрию Владимировичу Хомичу** (Институт электрофизики и электроэнергетики РАН) за научно-исследовательскую работу “Исследование возможности прямого микро- и наноструктурирования поверхности твёрдых тел лазерными импульсами наносекундной длительности”;

в области проблем машиностроения, механики и процессов управления — доктору технических наук **Игорю Борисовичу Фуртату** (Институт проблем машиностроения РАН) за цикл статей “Разработка единой теории динамической компенсации возмущений в сложных инженерно-технических системах”;

в области информатики, вычислительной техники и автоматизации — кандидату физико-математических наук **Николаю Игоревичу Хохлову** (Московский физико-технический институт (государственный университет)) за цикл работ “Разработка высокоточных численных методов и параллельных алгоритмов для решения задач геофизики” и **Юрию Вячеславовичу Катунину**, **Павлу Викторовичу Степанову** (Научно-исследовательский институт системных исследований РАН) за цикл работ “Двухфазные ячейки памяти статических ОЗУ повышенной сбоеустойчивости по суб-65-нм КМОП технологии”;

в области общей и технической химии — кандидату химических наук **Ивану Андреевичу Ярёмченко**, кандидату химических наук **Игорю Борисовичу Крылову** и **Вере Андреевне Виль** (Институт органической химии им. Н. Д. Зелинского РАН) за цикл работ “Пероксидирование и окислительное С-О сочетание карбонильных соединений для синтеза медицинских и агрохимических препаратов” и кандидату химических наук **Михаилу Андреевичу Кинжалову**, кандидату химических наук **Светлане Александровне Катковой** (Санкт-Петербургский государственный университет) за цикл работ “Молекулярный дизайн катализаторов нового поколения для синтеза функционализированных органических соединений посредством реакций кросс-сочетания”;

в области физикохимии и технологии неорганических материалов — кандидату химических наук **Алексее Борисовичу Тарасову** (МГУ им. М. В. Ломоносова), **Алексее Александровичу Садовникову** и **Таисии Олеговне Шекуновой** (Институт общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова РАН) за цикл работ “Фотоактивные наноматериалы для экологических и биомедицинских применений: механизмы формирования, структура и свойства”;

в области физико-химической биологии — кандидату биологических наук **Дарье Михайловне Есюниной**, кандидату биологических наук **Наталии Александровне Митропольской** и кандидату биологических наук **Даниле Владимировичу Пупову** (Институт молекулярной генетики РАН) за работу “Бактериальная РНК-полимераза как молекулярная машина: механизм работы, регуляция и ингибиторы”;

в области общей биологии — кандидату биологических наук **Елене Валерьевне Ануфриевой** (Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН) за цикл работ “Жизнь в экстремальных условиях: Crustacea в гиперсолёных озёрах Евразии” и кандидату биологических наук **Олесе Владимировне Колмаковой** (Институт биофизики СО РАН) за работу “Молекулярно-генетическая идентификация планктонных бактерий

бассейна реки Енисей и экспериментальное исследование их биогеохимических функций”;

в области физиологии — кандидату биологических наук **Матвею Вадимовичу Рошину** и кандидату биологических наук **Анастасии Александровне Бородиновой** (Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН) за комплекс статей “Нейрогенетические подходы к исследованию механизмов работы мозга”;

в области геологии, геофизики, геохимии и горных наук — кандидату геолого-минералогических наук **Анне Валерьевне Таловской** и кандидату геолого-минералогических наук **Екатерине Анатольевне Филимоненко** (Национальный исследовательский Томский политехнический университет) за цикл работ “Минералого-геохимическая оценка аэротехногенного загрязнения промышленно-урбанизированных территорий и риска здоровью населения (на примере Томской области)”;

в области океанологии, физики атмосферы и географии — кандидату физико-математических наук **Арсению Александровичу Кубрякову** (Морской гидрофизический институт РАН) за научно-исследовательскую работу “Исследование динамики океана и её влияния на экосистему по спутниковым измерениям” и **Наталье Дмитриевне Тилининой** (Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН) за научно-исследовательскую работу “Циклоническая активность Северного полушария и её роль в формировании режимов взаимодействия океана и атмосферы”;

в области истории — кандидату исторических наук **Максиму Александровичу Лебедеву** (Институт востоковедения РАН) за монографию “Слуги фараонов вдали от Нила: развитие контактов древнеегипетской цивилизации с окружающими областями в эпоху Древнего и Среднего царств”;

в области философии, социологии, психологии и права — кандидату психологических наук **Сергею Юрьевичу Коровкину** и **Александр Валерьевне Чистопольской** (Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова) за цикл работ “Механизмы инсайта: роль управляющих функций в решении задач”;

в области экономики — кандидату экономических наук **Надежде Константиновне Савельевой** (Вятский государственный университет) за монографию “Технология комплексной оценки эффективности деятельности банков на региональных рынках”;

в области мировой экономики и международных отношений — **Светлане Алексеевне Никитиной** (Институт экономики РАН) за цикл работ “Денежно-кредитная политика стран Восточной и Юго-Восточной Азии в условиях глобализации и процессов региональной интеграции”;

в области литературы и языка — кандидату филологических наук **Максиму Максимовичу Макарьеву** (Институт славяноведения РАН) за монографию “Эвиденциальность в пространстве балканского текста”;

в области разработки или создания приборов, методик, технологий и новой научно-технической продукции

научного и прикладного значения — кандидату физико-математических наук **Александру Сергеевичу Мачихину** (Научно-технологический центр уникального приборостроения РАН) за работу “Разработка теории трансформации изображения при акустооптическом взаимодействии и её применение для создания новых информационно-измерительных систем”; **Юрию Викторовичу Стебунову** (Московский физико-технический институт (государственный университет) за работу “Высокочувствительные оптические биосенсоры на основе двумерных наноматериалов и оптико-механических систем”; кандидату химических наук **Александру Васильевичу Казаку** (Московский государственный областной университет) за работу “Система методов исследования и получение компонентов оптических, фотовольтаических устройств и трибосистем на основе мезогенных соединений с улучшенными эксплуатационными характеристиками”.

Присудить медали Российской академии наук с премиями в размере 25 000 руб. каждая студентам высших учебных заведений по итогам конкурса 2016 г.:

в области математики — студенту 2 курса магистратуры механико-математического факультета Новосибирского национального исследовательского государственного университета **Анатолию Вадимовичу Матюхину** за работу “Архимедовы незамкнутые конусы”;

в области общей физики и астрономии — не присуждать;

в области ядерной физики — студенту 1 курса магистратуры Физико-технического института Национального исследовательского Томского политехнического университета **Владимиру Владимировичу Кнышеву** за научную работу “Пороговые ядерно-физические процессы в мультиплицирующих системах”;

в области физико-технических проблем энергетики — студенту 6 курса факультета молекулярной и химической физики Московского физико-технического института (государственного университета) **Николаю Дмитриевичу Кондратьюку** за научно-исследовательскую работу “Микроскопические механизмы диффузии в высших алканах” и студенту 2 курса Энергетического института Национального исследовательского Томского политехнического университета **Дмитрию Владимировичу Антонову** за цикл научных работ “Экспериментальное и теоретическое исследования макроскопических закономерностей испарения капель воды в высокотемпературных газах”;

в области проблем машиностроения, механики и процессов управления — студенту 3 курса физического факультета Новосибирского национального исследовательского государственного университета **Валентину Вадимовичу Вихореву** за научную работу “Исследование ближнего поля струи с вихрями Дина при низких числах Рейнольдса” и студентке 5 курса Института прикладной математики и механики Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого **Светлане Евгеньевне Петренко** за работу “Моделирование распространения фронтов химических реакций в деформируемых телах”;

в области информатики, вычислительной техники и автоматизации — студентке 4 курса факультета управления и прикладной математики Московского физико-технического института (государственного университета) **Дарье Германовне Решетовой** за научно-исследовательскую работу “Оценки и численные методы в задачах статистического обучения с большим числом классов”;

в области общей и технической химии — не присуждать;

в области физикохимии и технологии неорганических материалов — студенту 2 курса магистратуры физико-технического факультета Национального исследовательского Томского государственного университета **Алесю Сергеевичу Бурякову** за научную работу “Создание биологически активного композиционного керамического материала $ZrO_2(MgO)-MgO$, идентичного по своей структуре и механическим свойствам неорганическому костному матриксу, обладающего osteoconductive и osteoinductive свойствами”;

в области физико-химической биологии — студентке 2 курса магистратуры Института физики высоких технологий Национального исследовательского Томского политехнического университета **Ксении Сергеевне Станкевич** за научную работу “Исследование влияния тканеинженерных биодеградируемых матриц на первичные макрофаги человека”;

в области общей биологии — студентке 1 курса магистратуры биологического факультета Кемеровского государственного университета **Анастасии Дмитриевне Новиковой** за научную работу “Оценка морфологических, биохимических и технологических показателей у диплоидных сортов озимой ржи”;

в области физиологии — студенту 2 курса магистратуры биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова **Павлу Валерьевичу Некрасову** за цикл научно-исследовательских работ “Исследование молекулярно-клеточных механизмов болезни Альцгеймера”;

в области геологии, геофизики, геохимии и горных наук — студентке 1 курса магистратуры геологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова **Екатерине Игоревне Марченко** за работу “Квантовохимическое и атомистическое изучение кристаллических структур и фазовой стабильности кислородных соединений кальция и алюминия в термодинамической обстановке земной коры и мантии” и студентке 2 курса магистратуры геолого-геофизического факультета Новосибирского национального исследовательского государственного университета **Татьяне Владимировне Журавковой** за цикл работ “Физико-химические модели образования золотосеребряной минерализации месторождения Роговик (северо-восток России)”;

в области океанологии, физики атмосферы и географии — студенту 4 курса географического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова **Антону Сергеевичу Гладкому** за цикл работ “Географическая неоднородность социально-экономического развития стран Латинской Америки: ключевые проблемы и методы исследования”;

в области истории — студенту 4 курса исторического факультета Национального исследовательского Томского государственного университета **Савелию Рустамовичу Шигапову** за научную работу “Конфессиональные практики крестьянства таёжной Сибири в период антирелигиозных кампаний 1920–1930-х годов”;

в области философии, социологии, психологии и права — студентке 2 курса магистратуры факультета психологии Национального исследовательского Томского государственного университета **Кристине Владиславовне Волюнец** за научную работу “Психологические основания реабилитации людей, переживающих экзистенциальную фрустрацию во взрослом продуктивном возрасте” и студентке 2 курса магистратуры философского факультета Национального исследовательского Томского государственного университета **Валерии Олеговне Титовой** за научную работу “Особенности трудовой мотивации молодых специалистов помогающих профессий в организациях по работе с молодёжью г. Томска”;

в области экономики — студентке 4 курса факультета международного бизнеса Омского государственного университета им. Ф. М. Достоевского **Марии Сергеевне Смоляковой** за дипломную работу “Социальное предпринимательство как альтернатива коммерциализации медицинского обслуживания населения в России и за рубежом”;

в области мировой экономики и международных отношений — студенту 4 курса факультета международных экономических отношений Финансового университета при Правительстве РФ **Тахиру Раисовичу Гайнутдинову** за квалификационную работу “Тенденции и перспективы интернационализации юаня” и студенту 4 курса факультета международных отношений Московского государственного института международных отношений (университета) Министерства иностранных дел РФ **Денису Рефхатовичу Султанову** за научно-исследовательскую работу “Эволюция процесса нормализации отношений Куба–США (2014–2016 гг.)”;

в области литературы и языка — не присуждать;

в области разработки или создания приборов, методик, технологий и новой научно-технической продукции научного и прикладного значения — студенту 6 курса Института физики, нанотехнологий и телекоммуникаций Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого **Павлу Анатольевичу Трофимову** за работу “Новые методы диагностики электронного потока и рекуперации энергии в гиротронах”; студентам 6 курса факультета информационных технологий Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики **Александрю Андреевичу Власову** и **Евгению Анатольевичу Моторину** за работу “Оптико-электронная измерительная система анализа поверхности для летательных аппаратов с вертикальным взлётом и посадкой”; студенту 4 курса факультета агротехники и энергообеспечения Орловского государственного аграрного университета им. Н. В. Парахина **Вячеславу Алексеевичу Добрикову** за научную работу “Технология увеличения ресурса лемеха плуга”.

**О конкурсе на соискание золотой медали имени Е.М. Примакова,
проводимом Российской академией наук в 2017 году**

Российская академия наук объявляет конкурс на соискание золотой медали им. Е.М. Примакова, присуждаемой отечественным учёным за выдающиеся научные достижения в области мировой экономики и международных отношений.

Срок представления работ — до 29 июля 2017 г.

Общие положения

В целях поощрения учёных за выдающиеся научные труды, научные открытия и изобретения, имеющие важное значение для науки и практики, Российская академия наук присуждает золотую медаль им. Е.М. Примакова.

Золотая медаль им. Е.М. Примакова присуждается за выдающиеся научные работы, открытия и изобретения или по совокупности работ большого научного и практического значения.

В конкурсе на соискание золотой медали может участвовать лишь отдельное лицо персонально.

Право выдвижения кандидатов на соискание золотой медали предоставляется:

- а) академикам и членам-корреспондентам РАН;
- б) научным учреждениям, высшим учебным заведениям;
- в) научным и инженерно-техническим обществам;
- г) научным советам РАН и других ведомств по важнейшим проблемам науки;
- д) научно-техническим советам государственных комитетов, министерств, ведомств; техническим советам промышленных предприятий; конструкторским бюро.

Организации или отдельные лица, выдвинувшие кандидата на соискание золотой медали, обязаны до 29 июля 2017 г. представить в Российскую академию наук (119991, Москва, Ленинский проспект, 14, корп. 2, Экспедиция) с надписью “На соискание золотой медали имени Е.М. Примакова”:

- а) мотивированное представление, включающее научную характеристику работы, её значение для развития науки и народного хозяйства;
- б) при выдвижении кандидата на соискание золотой медали представление опубликованных

научных работ (серий работ), материалов научного открытия или изобретения необязательно;

в) сведения об авторе (перечень основных научных работ, открытий, изобретений, место работы и занимаемая должность, домашний адрес, номера домашнего и служебного телефонов);

г) справку о том, что представляемая на конкурс работа ранее не была удостоена Государственной премии, а также именных государственных премий.

Работы, удостоенные Государственной премии, а также именных государственных премий, на соискание золотой медали им. Е.М. Примакова не принимаются.

Учёным, удостоенным золотой медали, предоставляется право при печатании работ отмечать в заголовке “Удостоена золотой медали имени Е.М. Примакова Российской академии наук за 2017 год”.

Решение Президиума РАН о присуждении золотой медали, а также краткая аннотация о работе, удостоенной золотой медали, публикуется в “Вестнике Российской академии наук”, в “Известиях Российской академии наук” соответствующей серии и в газете “Поиск”. В “Вестнике Российской академии наук” помещается портрет учёного, удостоенного золотой медали.

Рассмотренные на заседании Президиума РАН печатные научные работы, за которые присуждена золотая медаль, передаются в Библиотеку РАН на хранение.

Золотая медаль, а также диплом о присуждении золотой медали им. Е.М. Примакова вручаются удостоенному её лицу на годичном Общем собрании членов РАН.

Справки по телефону: (499) 237–99–33.

Сдано в набор 17.03.2017	Подписано к печати 11.04.2017	Дата выхода в свет 25.06.2017	Формат 60 × 88 ¹ / ₈
Цифровая печать	Усл.печ.л. 11.5	Усл.кр.-отт. 3.8 тыс.	Уч.-изд.л. 11.5
	Тираж 320 экз.	Зак. 449	Бум.л. 5.75
		Цена свободная	

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77–67137 от 16 сентября 2016 г. в Роскомнадзоре
Учредитель: ФГБУ “Российская академия наук”

Издатель: ФГУП «Издательство «Наука», 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90
Оригинал-макет подготовлен ФГУП «Издательство «Наука»
Отпечатано в ФГУП «Издательство «Наука» (Типография «Наука»), 121099 Москва, Шубинский пер., 6